

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**ZONIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES UTILIZANDO
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
APLICACIÓN AL TRAMO FINAL DEL RÍO CHILLÓN**

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO CIVIL

DALY GRACE PALOMINO CUYA

PROMOCIÓN 2001 – 2

LIMA – PERÚ

Digitalizado por:

2004

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

A DIOS ser creador de todo el universo, y dador de amor. gracias por enseñarme que soy tu hija, que me amas y que las cosas contigo siempre son para bien.

A mi MADRE, quien me apoyo siempre y me enseno que las cosas con trabajo, dedicación y empeno dan siempre buenos resultados.

¡MAMI LO LOGRAMOS!

A mis hermanos Maite y Fernando, chicos, las cosas son posibles cuando las busca con amor y trabajo, nunca se rindan, gracias por no permitir que yo lo haga.

A mi familia y amigos,
gracias por su aliento e
interés en la realización
de una de mis más
preciadas metas.

A ti, que en el silencio de
mi alma me ayudaste y no
permitiste que abandone
mis ilusiones, gracias.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento muy especial al IMEFEN - CISMID, en las personas del MSc Ing. ROBERTO CAMPAÑA TORO e Ing. RAFAELA DELGADO LOAYZA, por sus valiosos consejos, sugerencias y constante apoyo para la elaboración de la presente tesis.

ZONIFICACIÓN DE ÁREAS INUNDABLES USANDO UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
APLICACIÓN AL TRAMO FINAL DEL RÍO CHILLÓN

Daly Grace Palomino Cuya

Las inundaciones son eventos naturales que causan daños a las poblaciones asentadas en la planicie de un río que no cuentan con una adecuada planificación en su establecimiento. La falta de un ordenamiento urbano que considere las dinámicas naturales de los ecosistemas fluviales; permite que las poblaciones nuevas ocupen áreas que pertenecen a los ríos (llanuras de inundación); colaborando al deterioro de las condiciones naturales del cauce y márgenes del río acrecentando la amenaza por inundaciones.

Es por ello que los objetivos generales de esta tesis son identificar, mediante el uso del Sistema de Información Geográfica – SIG, las zonas amenazadas por inundaciones y clasificarlas de acuerdo al grado de amenaza obteniendo lineamientos para el ordenamiento urbano de las áreas fluviales.

“La amenaza o peligro es el grado de exposición de un lugar o emplazamiento a los fenómenos naturales dentro de un periodo determinado; independientemente de lo que se construya sobre dicha ubicación” (Kuroiwa, 2002)¹. El Tramo final de la Cuenca del río Chillón, comprendido entre el Puente Panamericana y la Desembocadura, donde se encuentran asentadas las Urbanizaciones San Diego, Hacienda Chuquitanta, A.H. Márquez y A.H. Víctor Raúl Haya de La Torre, es constantemente amenazado por inundaciones cuando por causa de algún fenómeno atmosférico o crisis climática el nivel de las aguas aumenta considerablemente y desborda, ocasionando la inundación

¹ Reducción de Desastres Naturales – Viviendo en armonía con la naturaleza; KUROIWA HORIUCHI, Julio; Lima enero 2002, capítulo I, página 5.

de estas poblaciones con la consecuencia de pérdidas económicas que retrasan el desarrollo de los habitantes, los distritos, la ciudad y el país.

Varias son las causas que provocan y aceleran las inundaciones, en su gran mayoría originadas por razones de índole natural y en menor grado por motivos humanos, como ruptura de diques y desviación de las aguas fuera de su curso normal, destrucción repentina de una presa, deforestación y eliminación de la vegetación ribereña de los cursos de agua que dejan a los suelos expuestos a la erosión, prácticas agrícolas inadecuadas (sobre pastoreo); en todas estas situaciones los desastres producidos son cuantiosos.

Los efectos causados por las inundaciones en la población aledaña a las riberas son notorios dependiendo del nivel que alcancen las aguas en la inundación, la violencia y rapidez con que se produzca, el área geográfica que cubra y el tiempo que el agua permanezca estancada. La infraestructura urbana, que no está diseñada para actuar en condiciones sumergidas sufre los primeros estragos, la contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea ocasiona la aparición de enfermedades asociadas a la falta de higiene, la pérdida económica de todos sus bienes o parte de ellos. Otros efectos causados por las inundaciones son la erosión del suelo y la sedimentación excesiva.

La determinación de las zonas amenazadas por el fenómeno de inundación nos ayuda a desarrollar planes de prevención y mitigación, que cuantifiquen parámetros que sirvan para analizar intensidades de daño en las zonas afectadas. Además de elaborar mapas que permitan el manejo de zonas ribereñas sujetas a inundaciones recurrentes.

Para la realización de los mapas de inundación fueron utilizadas dos herramientas de cálculo, las cuales por sus características y entorno facilitaron

la entrada de datos, cálculo de parámetros, análisis de valores y presentación de los resultados obtenidos.

La primera de ellas un Sistema de Información Geográfica - SIG, la cual nos proporciona un entorno georeferenciado que da una mejor ubicación y procesamiento de bases de datos de Ingeniería Básica (topografía, hidrología, etc.) y una salida gráfica que nos permite el análisis y la superposición de las llanuras de inundación resultantes con mapas catastrales determinado así las áreas urbanas inundables. El entorno SIG permite al usuario la incorporación de nuevos datos o información actualizada que va mejorando la base de datos creada inicialmente, es decir los proyectos SIG son dinámicos. También es posible realizar conexiones con equipos de satélite o sensores remotos que transmitan la información de caudales al modelo, generando en tiempo real, planos que contengan la ubicación de las zonas afectadas.

La segunda, es el modelo hidráulico HEC - RAS que calcula los perfiles de agua de una sección transversal a la próxima sección resolviendo la ecuación de energía mediante un procedimiento iterativo llamado método estándar por etapas; utilizando para ello los datos geométricos del cauce del río ingresados en el SIG y llevados al HEC - RAS mediante una herramienta de enlace llamada HEC - GeoRAS. En la aplicación realizada se ha determinado los perfiles de superficie de agua para caudales con periodos de retorno de 2, 5, 10, 50, 100 y 500 años.

La evaluación hidrológica efectuada para la determinación de los eventos de valores máximos se realizó mediante el método de Gumbel, para lo cual se contó con datos de caudales máximos diarios anuales, tomados en la estación hidrométrica Puente Magdalena (950 m.s.n.m.); dando como resultado los caudales de 56 m³/s para un periodo de retorno de 2 años, 90 m³/s para 5 años, 113 m³/ para 10 años, 162 m³/s para 50 años, 183 m³/s para 100 años y 231

m³/s para 500 años. Luego de acoplados los datos topográficos e hidrológicos se realizó la modelación de áreas de inundación y la obtención de los mapas de amenaza.

Para un mejor análisis de los resultados y teniendo en cuenta características homogéneas el tramo de estudio fue dividido en tres sub - tramos o sectores: sector 1: Puente Panamericana - Puente Inca (Urbanización San Diego), sector 2: Puente Inca - Puente Gambeta (zona Hacienda Chuquitanta) y sector 3: Puente Gambeta - Desembocadura (Asentamientos Humanos Márquez y Víctor Raúl Haya de La Torre).

Los valores de las áreas inundadas totales calculadas para la planicie de inundación incluyen las áreas urbanas y las pocas parcelas agrícolas que aún existen en el sector 2: sub - tramo Puente Inca - Puente Gambeta (Hacienda Chuquitanta); dependiendo del periodo de retorno analizado, los valores son: para 5 años, 48.808 hectáreas; para 10 años, 81.754 hectáreas; para 50 años, 189.213 hectáreas; para 100 años, 192.284 hectáreas y para 500 años 198.708 hectáreas.

Los resultados de áreas, volúmenes de agua y profundidades sector por sector confirmaron lo observado en las visitas de campo, el sector 1: sub - tramo Puente Panamericana - Puente Inca, es el sector más crítico. Los valores de las áreas afectadas para los diferentes periodos de retorno son: para 5 años, 30.619 hectáreas; para 10, 55.139 hectáreas; para 50, 144.462 hectáreas; para 100, 145.229 hectáreas y para 500, 147.942 hectáreas, comparándolos con los obtenidos para las planicies totales significa el 71% en promedio para todos los casos. Lo mismo sucede en el caso de los valores de volúmenes de agua y profundidades. También es preocupante lo que sucede en el sub - tramo Puente Inca - Puente Gambeta: Zona hacienda Chuquitanta, en sus amplias llanuras se ha

comenzado a realizar actividades de agricultura, recreación, extracción de material del lecho, etc. Encontrándose éstas amenazadas por posibles inundaciones (margen derecha del encauzamiento en construcción).

Conociendo los valores de las áreas urbanas afectadas, es posible contabilizar la cantidad de personas que se encuentran bajo la amenaza de inundación; del Censo Nacional de Vivienda y Población realizado por el INEI² en el año 1993 la densidad poblacional para los distritos de Los Olivos, San Martín de Porres y Ventanilla era 126.27, 106.31 y 11.75 habitantes por hectárea respectivamente.

Los resultados obtenidos del producto de la densidad poblacional por el valor del área urbana hallada del análisis realizado con el Sistema de Información Geográfica son: 3 967 habitantes para un periodo de retorno de 5 años; para 10 años, 7 104 habitantes; para 50 años, 18 576 habitantes; para 100 años, 18 655 habitantes y para 500 años, 19 025 habitantes. Del total obtenido anteriormente el sector 1: sub - tramo Puente Panamericana - Puente Inca (ubicado en el distrito de Los Olivos) alcanzó las siguientes cifras: 3 866 habitantes para un periodo de retorno de 5 años, para 10 años, 6 962 habitantes; para 50 años, 18241 habitantes; para 100 años, 18 338 habitantes y para 500 años, 18 681 habitantes; lo que representa el 98% en promedio del total de personas afectadas. Otra vez confirmamos que el sector 1: sub - tramo Puente Panamericana - Puente Inca posee una mayor cantidad de habitantes bajo la amenaza de inundación en relación a los otros sectores.

Las zonas inundables han sido clasificadas de acuerdo al grado de amenaza, teniendo en cuenta la profundidad de agua como parámetro principal, en: ligeramente inundadas, si el tirante varía entre 0 y 0.50 metros; moderadamente

² INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, Lima 1993.

inundadas, si el tirante varía entre 0.50 y 1.00 metro y profundamente inundada, si el tirante varía entre 1.00 metro a más.

Los resultados en este caso muestran que el sector 1: sub - tramo Puente Panamericana - Puente Inca posee mayor cantidad de área dentro de la clasificación profundamente inundada, es decir que más del 50% del área inundada (22.79 hectáreas para un periodo de retorno de 5 años; 44.99 hectáreas, para 10 años; 119.17 hectáreas, para 50 años; 121.91 hectáreas, para 100 años y 129.46 hectáreas para 500 años) está cubierta por un espejo de agua cuya profundidad es mayor a un metro, el sector 2: sub - tramo Puente Inca - Puente Gambeta posee un área moderadamente inundada y el sector 3: sub - tramo Puente Gambeta - Desembocadura un área superficialmente inundada.

Finalmente, es necesario la realización de un plan que contemple la atenuación de crecidas en el Tramo Final del Río Chillón, de este modo será posible mitigar los efectos de la inundación sobre la población. Para tal propósito los habitantes de las áreas que se encuentran bajo amenaza de inundación deben ser informados de la zonificación realizada y de los trabajos que se deben efectuar para su protección.

INDICE

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1 : PROCESOS DE INUNDACIÓN

1.1 Definición de riesgo y peligro.	1
1.2 Definición y Tipos de Inundación.	5
1.3 Factores que influyen a la incidencia de inundaciones.	8
1.4 Causas de las inundaciones.	9
1.5 Efectos de las inundaciones.	16
1.6 Definición de Llanuras de Inundación.	17

CAPITULO 2 : FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Análisis Hidrológico	26
2.2 Análisis Hidráulico	33
2.2.1 Ecuación de energía	35
2.3 Sistema de Información Geográfico como herramienta	43
2.3.1 Adquisición y Manejo de Datos.	49
2.3.2 Creación de Modelos de Elevación Digital (DEM).	52

CAPITULO 3 : ELABORACIÓN DE MAPAS DE AMENAZA

3.1 Criterios de delineación de Planicies de Inundación.	57
3.2 Metodología de obtención de Mapas de Amenaza.	59
3.3 Creación de Mapas de inundación usando un DEM.	63
3.4 Cálculo del volumen y profundidad de agua de la zona afectada.	65
3.5 Cálculo de los efectos de la inundación para diferentes escenarios.	67

CAPITULO 4 : APLICACIÓN AL RÍO CHILLÓN

4.1 Características básicas del Río Chillón	69
4.1.1 Problemática de la Inundaciones en el Río Chillón.	78
4.1.2 Aspectos Hidrológicos.	81
4.1.3 Aspectos de Hidráulica Fluvial.	102
4.2 Tramo Urbano del Río Chillón	107
4.2.1 Identificación de puntos críticos.	108
4.2.2 Naturaleza y causa de daños.	109

4.2.3 Evaluación de los Tramos en la zona baja.	111
4.2.3.1 Tramo I: Hacienda Caballero – Puente Panamericana.	111
4.2.3.2 Tramo II: Puente Panamericana – Puente Inca.	111
4.2.3.3 Tramo III: Puente Inca – Desembocadura.	112
4.3 Delimitación de Zonas Inundables mediante el Sistema de Información Geográfica	113
4.3.1 Adquisición y manejo de datos.	113
4.3.2 Creación de Modelos de Elevación Digital (DEM).	114
4.3.3 Creación de Mapas de inundación usando un DEM.	115
4.3.4 Cálculo de áreas, volúmenes y profundidad de agua de la zona afectada.	116
4.3.5 Cálculo de los efectos de la inundación para diferentes escenarios.	128

CAPITULO 5 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones	138
5.2 Recomendaciones	143

BIBLIOGRAFÍA	146
---------------------	-----

ANEXOS	
A. Elaboración de Mapa de Amenaza para el Río Chillón.	149
B. Propiedades de Entrada de Secciones Transversales.	161
C. Tabla de resultados del Programa HEC –RAS versión 3.1.1	166
D. Tabla de elevación de la Superficie de agua.	209
E. Fotos	215
F. Planos	236

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Distribución de Probabilidad para el ajuste de Información Hidrológica	30
Tabla 2.2	Valor crítico del estadístico Δ_0 Kolmogorov - Smirnov.	32
Tabla 2.3	Coefficientes de Manning para canales abiertos.	34
Tabla 2.4	Coefficiente de velocidad α	35
Tabla 2.5	Coefficientes de contracción y expansión para flujo subcrítico.	37
Tabla 2.6	Comparación entre estructuras de datos – Modelo <i>RASTER</i>	46
Tabla 4.1	Pendiente longitudinal promedio del Río Chillón.	73
Tabla 4.2	Relación de estaciones de la cuenca.	74
Tabla 4.3	Cuadro de temperaturas.	75
Tabla 4.4	Precipitaciones y Temperaturas	84
Tabla 4.5	Estaciones ubicadas en el Río Chillón.	85
Tabla 4.6	Descarga mensual del Río Chillón.	86
Tabla 4.7	Descargas mensuales aforadas en el Puente Magdalena.	87
Tabla 4.8	Máximos caudales ocurridos en el Río Chillón – Puente Magdalena.	87
Tabla 4.9	Serie anual de descargas máximas en base a las descargas máximas diarias del Río Chillón – Puente Magdalena.	88
Tabla 4.10	Máximos caudales en el Río Chillón para diferentes periodos de retorno.	92
Tabla 4.11	Distribución Log Normal	93
Tabla 4.12	Distribución Log Pearson Tipo III	95
Tabla 4.13	Distribución Gumbel o Valores Extremos Tipo I	97
Tabla 4.14	Prueba de Bondad de Ajuste / Kolmogorov - Smirnov	99
Tabla 4.15	Cambio de uso de la tierra agrícola en el valle del Río Chillón.	107
Tabla 4.16	Áreas de la planicie de inundación según periodo de retorno.	116
Tabla 4.17	Áreas de inundadas por sectores.	118
Tabla 4.18	Volúmenes de la planicie de inundación.	120
Tabla 4.19	Profundidad promedio de la planicie de inundación.	122
Tabla 4.20	Áreas urbanas afectadas por inundaciones según periodo de retorno.	124

Tabla 4.21	Volúmenes de agua en zonas urbanas afectadas por inundaciones.	126
Tabla 4.22	Profundidad de agua en zonas urbanas afectadas por inundaciones.	127
Tabla 4.23	Áreas inundadas clasificadas de acuerdo al grado de amenaza.	129
Tabla 4.24	Volumen de agua clasificada según el grado de amenaza.	133
Tabla 4.25	Profundidad de agua clasificada según el grado de amenaza.	134
Tabla 5.1	Densidad poblacional por distritos.	142
Tabla 5.2	Habitantes bajo amenaza de inundación.	142
Tabla 5.3	Diferencia entre áreas hidráulicas	145

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Tramo final del Río Chillón	18
Figura 1.2	Llanura de inundación.	19
Figura 1.3	Hidrógrafos de inundaciones mostrando los efectos de la urbanización.	22
Figura 1.4	Efectos de una presa sobre las llanuras de inundación.	24
Figura 1.5	Corte transversal diagramático del valle de un río mostrando la relación entre niveles de inundación y llanuras de inundación fluvial.	25
Figura 2.1	Método estándar por etapas.	41
Figura 2.2	Ventana principal del programa HEC – RAS versión 3.1.1	42
Figura 2.3	Geometría básica y Secciones transversales	42
Figura 2.4	Representación de datos tipo vector.	45
Figura 2.5	Modelo de elevación digital de datos tipo raster.	46
Figura 2.6	Representación de superficie de terreno en formato TIN.	48
Figura 2.7	Representación de datos para creación de un Modelo Digital de Terreno – DTM.	56
Figura 3.1	Planicie de inundación resultante y grilla de profundidad de agua.	61
Figura 3.2	Planicie de inundación resultante – $Tr = 100$ años.	64
Figura 3.3	Grilla de profundidad de agua con histogramas que miden áreas.	66
Figura 3.4	Grilla de profundidad de agua con información estadística.	68
Figura 4.1	Ubicación de la cuenca del Río Chillón y sus estaciones.	70
Figura 4.2	Diagrama fluvial de la cuenca del Río Chillón.	82
Figura 4.3	Masa mensual del Río Chillón por campañas.	89
Figura 4.4	Estación Obrajillo.	90
Figura 4.5	Estación Larancocha.	90
Figura 4.6	Línea suma – D_{50} .	102
Figura 4.7	Curva granulométrica del lecho – Río Chillón.	104

Figura 4.8	Planta, perfil longitudinal y sección transversal de un río encauzado en vías de sedimentación y formación de un cauce colgado.	106
Figura 4.9	Plano de Inundación – San Diego 2001.	110
Figura 4.10	Diagrama de entrada y salida de datos.	115
Figura A.1	Vista del TIN creado por el 3D Analyst.	150
Figura A.2	Geometría básica necesaria en el modelo hidráulico creado por SIG.	151
Figura A.3	El Stream theme crea el eje del cauce principal.	152
Figura A.4	Vistas de las ventanas de ArcView para los temas Bancos y Líneas de Flujo.	153
Figura A.5	Ventana de ArcView con secciones transversales trazadas.	154
Figura A.6	Salida en 3D del programa HEC – RAS versión 3.1.1.	158
Figura A.7	PostRAS - exporta todos los archivos creados en HEC – RAS.	159
Figura A.8	Zonas delimitadas como inundables – $Tr = 100$ años.	160

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1	Diagrama de flujo de la metodología a emplearse	62
Gráfico 4.1	Comparación de planicies de inundación según periodo de retorno.	117
Gráfico 4.2	Áreas de la planicie de inundación.	119
Gráfico 4.3	Volúmenes de la planicie de inundación.	121
Gráfico 4.4	Profundidad promedio de la planicie de inundación.	123
Gráfico 4.5	Áreas urbanas afectadas por inundaciones según periodo de retorno.	125
Gráfico 4.6	Áreas inundadas clasificadas según el grado de amenaza – Sector I.	130
Gráfico 4.7	Áreas inundadas clasificadas según el grado de amenaza – Sector II.	131
Gráfico 4.8	Áreas inundadas clasificadas según el grado de amenaza – Sector III.	132
Gráfico 4.9	Volumen de agua clasificadas según el grado de amenaza – Sector I.	135
Gráfico 4.10	Volumen de agua clasificadas según el grado de amenaza – Sector II.	136
Gráfico 4.11	Volumen de agua clasificadas según el grado de amenaza – Sector III.	137

INTRODUCCIÓN

La presente investigación es una contribución al desarrollo de nuestros pueblos y a la mitigación de desastres naturales que de manera significativa afectan la economía de nuestro país.

Las inundaciones son fenómenos naturales que afectan a la población que ocupa las zonas adyacentes a los ríos, destruye sus viviendas y puede ser causa de pérdida de vidas, ¿Es posible evitar esto?

Este estudio quiere demostrar que zonificando las áreas amenazadas por el fenómeno de inundación, es posible reducir considerablemente los efectos de las inundaciones sobre la población y prevenir a las personas que piensen establecerse en dichos lugares.

En general la zonificación de las áreas inundables en zonas urbanas permite realizar una ordenación urbana y fluvial adecuada.

Los objetivos generales de esta investigación son: identificar, mediante el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG), las zonas amenazadas por inundaciones, clasificar dichas zonas teniendo en cuenta el grado de amenaza al que se encuentran expuestos y además obtener los lineamientos para el ordenamiento urbano de las áreas fluviales.

Además la metodología de zonificación, aplicada al tramo final del Río Chillón, buscar determinar las zonas amenazadas por el fenómeno de inundación en el mismo, calcular el área, y altura de agua en las zonas afectadas; y con todos estos datos elaborar mapas que permitan el manejo de zonas ribereñas sujeto a inundaciones.

Para poder explicar mejor la zonificación de áreas inundables, la investigación ha sido dividida en cinco capítulos que poseen conceptos teóricos básicos y resultados de la aplicación realizada en el Tramo final del Río Chillón.

El primer capítulo posee teoría básica necesaria para poder comprender la definición de los términos amenaza, vulnerabilidad y riesgo, y otros relacionados con las inundaciones, sus características, causas y efectos sobre diferentes escenarios.

También se incluye aspectos sobre las Planicies de Inundación y sus principales parámetros de caracterización

El segundo capítulo nos proporciona aspectos hidrológicos e hidráulicos que han sido considerados para la realización del modelo, en este capítulo también se encuentra la base teórica sobre el Sistema de Información Geográfica (SIG), herramienta que hemos utilizado para el desarrollo de los Mapas de Amenaza (zonificación de áreas inundables), fue elegido debido a su entorno amigable con programas de modelamiento hidráulico como el HEC - RAS, además su salidas gráficas y los diferentes formatos en los que se pueden expresar los datos de entrada nos permite un análisis rápido de los mismos, obteniendo resultados importantes en la simulación para diferentes escenarios.

En el tercer capítulo se encuentra desarrollada la metodología seguida para la determinación de los Mapas de Amenaza; éstos nos mostrarán la ubicación de las áreas que corren peligro de ser inundadas, se indica también la base de datos que debe constar de topografía e hidrología. Para su mejor entendimiento se ha desarrollado un gráfico que muestra el Diagrama de Flujo de la metodología.

El propósito del cuarto capítulo es aplicar la metodología desarrollada en el tercer capítulo, al Tramo Final de la Cuenca del Río Chillón (Puente Panamericana – Desembocadura), a fin de determinar las áreas inundables y su grado de amenaza. Se realiza un análisis de los aspectos hidrológicos e hidráulicos de las condiciones actuales del Tramo Final de la cuenca, y luego del desarrollo del modelo se proporcionan los datos obtenidos de la simulación; como área de la llanura de inundación, volumen ocupado por el agua sobre las planicies de inundación, áreas urbanas afectadas por la inundación, profundidad del espejo de agua.

En el capítulo quinto se encuentran las conclusiones obtenidas del proceso de simulación, de las cuales se puede observar la gran amenaza frente a la cual se encuentran los habitantes de la zona de San Diego, se proporcionan cantidades sobre población, área y densidad poblacional por distrito obteniendo así datos interesantes

sobre habitantes amenazados por inundaciones; también se dan algunas recomendaciones para la adecuada determinación de las llanuras de inundación.

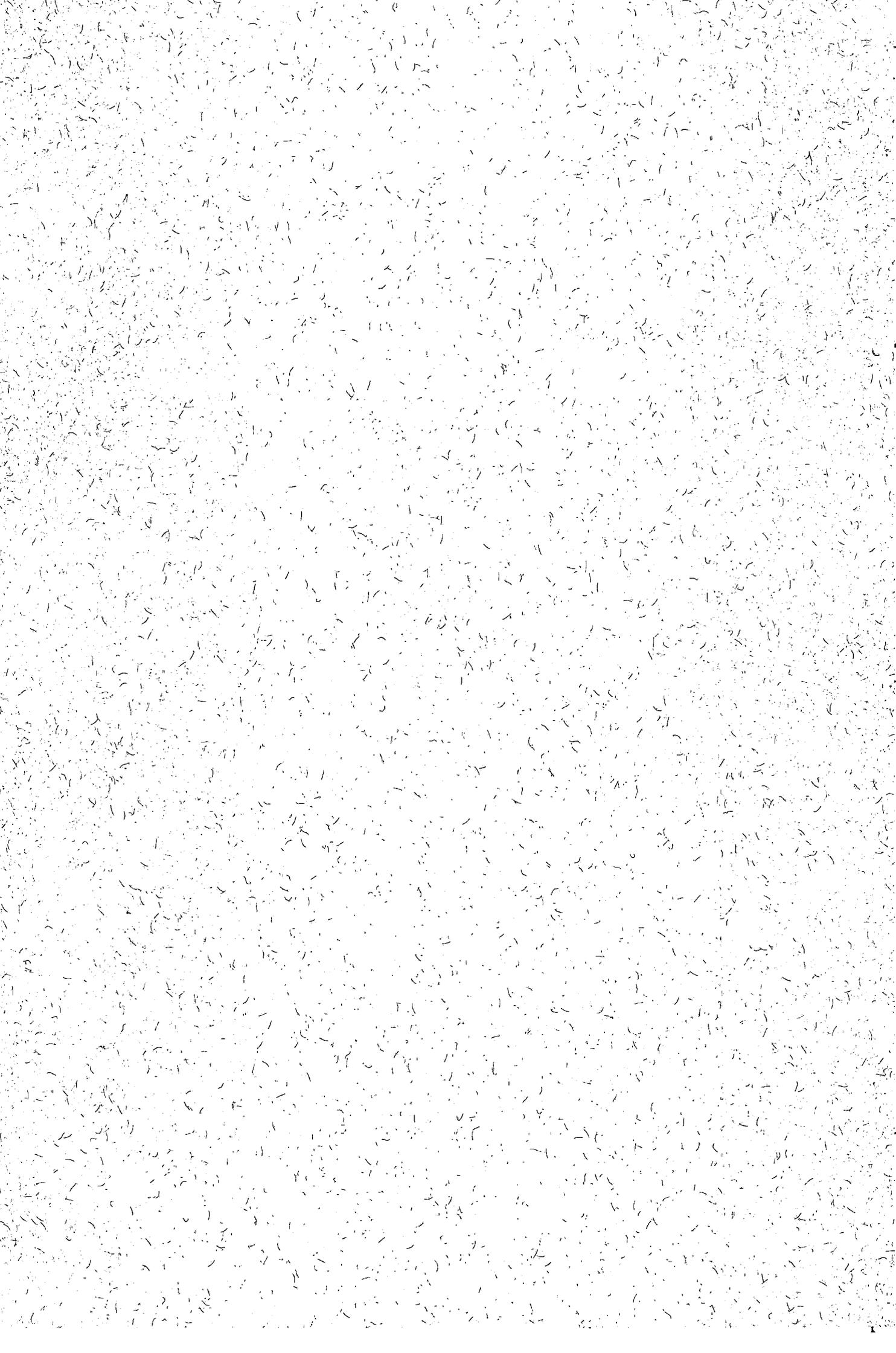
El resultado mostrado en los Mapas de Amenaza, muestra las zonas que serán afectadas en caso de ocurrir avenidas con caudales de $90 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tr = 5 años), $113 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tr = 10 años), $162 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tr = 50 años), $183 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tr = 100 años) y $231 \text{ m}^3/\text{s}$ (Tr = 500 años); si bien estos casos son extremos, nos muestran la potencialidad de la amenaza de inundación que existe en la zona.

Además los mapas obtenidos, en su versión digital, permiten saber cual es la profundidad del agua en un determinado punto, clasificando de este modo las áreas inundables según el grado de amenaza en: superficialmente, moderadamente y profundamente inundadas.

La tesis presentada a continuación, *“Zonificación de Áreas Inundables utilizando Sistemas de Información Geográfica. Aplicación al Tramo Final del Río Chillón”*, es el primer paso dentro de un Plan de Manejo de Inundaciones con enfoque ambiental para la cuenca del Río Chillón, el cual posee entre sus objetivos medidas de mitigación de efectos de inundación como son la atenuación de crecidas mediante la restauración de riberas, sistemas de alerta temprana para los pobladores de la cuenca baja y análisis de la calidad de agua.

Sé que los resultados provenientes de la investigación realizada nos darán, a todos los interesados en la gestión y manejo de los desastres naturales así como a los planificadores de ciudades en crecimiento como la nuestra, nuevas luces para la realización de una adecuada reordenación fluvial – urbana que nos permita mitigar los efectos de las inundaciones, ya que muchas de las actividades económicas realizadas por el hombre dependen del recurso agua que nos proporcionan los ríos, debemos aprender a convivir con éstos de una manera armónica, respetando sus espacios y sus dinámicas naturales.

La Autora



CAPITULO I

PROCESOS DE INUNDACIÓN

1.1 DEFINICIÓN DE RIESGO Y PELIGRO

Los siguientes términos son algunos de los más utilizados dentro de la terminología del manejo y gerencia de Desastres Naturales, lo que pretendemos es precisar conceptos que serán usados en esta investigación.

AMENAZA - PELIGRO

El peligro o amenaza natural es el grado de exposición de un lugar o emplazamiento a los fenómenos naturales dentro de un periodo determinado; independientemente de lo que se construya sobre dicha ubicación¹.

La calificación de "natural" excluye a todos los fenómenos causados exclusivamente por el hombre, tales como las guerras y la contaminación. Tampoco se consideran amenazas que no estén necesariamente relacionadas con la estructura y función de los ecosistemas como por ejemplo, las infecciones.

AMENAZAS HIDROLÓGICAS

Inundación costera	Erosión y sedimentación
Desertificación	Desbordamiento de Ríos
Salinización	Olas clónicas
Sequía	

Para tratar el manejo de amenazas deben incorporarse acciones específicas dentro de varias etapas del estudio de planificación del desarrollo integrado: primero, evaluar la presencia de los eventos naturales y su efecto en los bienes y servicios brindados

¹ Reducción de Desastres Naturales – Viviendo en armonía con la naturaleza; KUROIWA, Julio; Lima enero 2002, página 5.

por los recursos naturales en el área a desarrollar; segundo, obtener un estimativo del impacto potencial de los eventos naturales en las actividades de desarrollo; y tercero, incluir medidas para reducir la vulnerabilidad de las actividades de desarrollo propuestas. Dentro de este contexto se deben identificar los elementos de la infraestructura vital: aquellos componentes o segmentos críticos de los medios productivos, infraestructura y sistemas de apoyo que deben tener la menor vulnerabilidad posible y ser considerados como prioritarios en las actividades de respuesta a un desastre.

La zonificación de la amenaza consiste en la delimitación del área con diferente grado de exposición a la misma (alto, medio, bajo).

Criterios de Evaluación y Determinación de la Amenaza

Existen algunos criterios que deben ser tomados en cuenta para la evaluación y determinación de la amenaza en caso de inundaciones:

a) **Criterio Hidrológico** : el criterio hidrológico de cálculo de avenidas, mediante la determinación del periodo de recurrencia de caudales y niveles más altos en estaciones hidrométricas, proporciona una base teórica aceptable. El éxito de los resultados depende únicamente de la calidad de la información histórica de registros de precipitación, caudales o niveles que se tenga para la cuenca hidrográfica que se esté analizando.

El cálculo de una creciente extraordinaria, (caudal máximo), se hace por extrapolación de los datos históricos de una estación de medición, para unas condiciones definidas como críticas.

Con los caudales, se deben obtener los niveles correspondientes, mediante la utilización de un método hidrodinámico adecuado y construir así el perfil de la inundación a lo largo del río. La proyección de estos niveles a la planicie inundable, de acuerdo con la topografía del terreno, permite obtener zonas de inundación para una probabilidad de ocurrencia en un periodo de retorno determinado.

Otra forma de obtener los niveles en la planicie de inundación es mediante el tránsito de hidrogramas en el cauce y la correspondiente proyección de los niveles correspondientes a los volúmenes del Hidrograma de desborde, usando la topografía de la planicie.

En la actualidad se usan programas de computo que realizan el modelamiento hidráulico basados en los procedimientos anteriores.

b) **Criterio geomorfológico** : La delimitación de las unidades morfológicas en un valle aluvial permiten visualizar las diferentes zonas de ocupación del cauce a lo largo de la historia geológica de la cuenca, así mismo permite observar qué zonas han sido ocupadas, trabajadas, depositadas y abandonadas "recientemente" por el río. Si bien el criterio de delimitación geomorfológica no es un criterio de probabilidad, sino un criterio físico, que involucra el área, saber los cambios topográficos, litológicos y las características de los suelos, ofrece una localización cierta de todas las áreas que han sido sujetas a inundación en el pasado reciente, lo mismo de aquellas que no lo han sido y que por la dinámica del río están fuera del alcance de las aguas de inundación.

Para evaluar la amenaza de inundaciones, se debe saber:

- ❖ Dónde se encuentra ubicada la llanura de inundación y las áreas inundables.
- ❖ Con qué frecuencia estaría cubierta de agua la llanura de inundación.
- ❖ Cuánto tiempo estará cubierta de agua la llanura de inundación.
- ❖ En qué época del año se puede esperar que ocurran inundaciones.

Criterios de Intensidad de la Amenaza

Con el objeto de involucrar la intensidad del fenómeno dentro de la clasificación de amenaza, se puede pensar en los siguientes parámetros:

a) **Carácter de la inundación**: se relaciona con la forma como se desarrolla la creciente en una cuenca torrencial y en una planicie, su carácter súbito o lento

tiene relación con la dirección del flujo o la zona donde se concentra el flujo y la zona donde éste se extiende.

- b) Profundidad de la lámina de agua : depende de la configuración topográfica del área inundada y se puede determinar mediante el análisis de los intervalos de las curvas de nivel.
- c) Velocidad del flujo : introduce una diferenciación que depende de la proximidad del área inundada al canal principal y por tanto a la zona de mayor concentración del flujo y velocidad de la corriente.
- d) Duración de la inundación : su determinación depende de las características de la capacidad de infiltración de los suelos, de los valores promedio de evaporación y de la infraestructura de drenaje de la zona.

VULNERABILIDAD

Factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o ser susceptible de sufrir pérdida. Es el grado estimado de daño o pérdida de un elemento o grupo de elementos expuestos como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de una magnitud e intensidad dada, pueden establecerse escalas subjetivas como asignarle 0 o sin daño hasta 10 o pérdida total.

RIESGO

Es el resultado de una evaluación, generalmente probalística, que supone que las consecuencias o efectos de una determinada amenaza excedan valores prefijados.

$$\text{RIESGO} = \text{VULNERABILIDAD} * \text{AMENAZA}$$

El riesgo depende de dos factores: el Peligro o Amenaza Natural y la vulnerabilidad de las construcciones.

A pesar de que el ser humano puede hacer muy poco para alterar la incidencia o intensidad de la mayoría de los fenómenos naturales, puede desempeñar un papel importante al asegurarse de que los eventos naturales no se conviertan en desastres

causados por sus propias acciones. Es importante entender que la intervención humana puede aumentar la frecuencia y la severidad de los eventos naturales.

Finalmente, la intervención humana reduce los efectos mitigantes de los ecosistemas naturales. Un caso extremo de la intervención destructiva del ser humano en un ecosistema es la desertificación, que por definición es un riesgo "natural" causado por el ser humano.

Esta es la base para desarrollar medidas efectivas para reducir la vulnerabilidad: si las actividades humanas pueden causar o agravar los efectos destructivos de los fenómenos naturales, también pueden eliminarlos o reducirlos.

La falta de difusión de esta terminología nos lleva muchas veces a confundir las situación real en la que se encuentra la población o zona afectada.

Es objetivo de esta investigación delimitar zonas amenazadas por el fenómeno de inundación.

1.2 DEFINICIÓN Y TIPOS DE INUNDACIÓN

Las inundaciones son parte de los principales desastres que han golpeado fuertemente las economías de los pueblos. Las inundaciones pueden incluso afectar lugares que en otras épocas eran propensos a la sequía. Son también un componente esencial de los sistemas sociales y ecológicos, que dan base a la regeneración de plantas, vida acuática y de medios de vida derivados de ellas.

Pueden ser eventos en cierta medida controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a los cauces de los ríos.

La actividad humana y los medios de subsistencia llevan a la población a localizarse en áreas rurales y urbanas que son propensas a inundaciones y el número de personas vulnerables se aumenta a medida que la población crece y la falta de lugares alternativos de asentamientos ubica a mucha gente en terrenos aluviales.

La vulnerabilidad a las inundaciones es en parte un producto de ambientes creados por el hombre, aunque los riesgos se experimentan en varios grados entre diferentes grupos de personas.

También hay inundaciones que se pueden atribuir casi totalmente a la acción humana. El desastre puede surgir aguas abajo como resultado de supuestos beneficios para los medios de vida provenientes de actividades económicas aguas arriba, a veces a una considerable distancia de la misma zona de inundación.

La inundación para un río es un evento natural y recurrente, estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2.33 años (Leopold et al; 1984)¹, sin embargo cuando este proceso natural afecta a poblaciones humanas, sembradíos, etc. se convierte en un fenómeno natural del cual es necesario protegernos.

Desde este principio las inundaciones son fenómenos naturales que tienen como origen las lluvias fuertes o continuas, el crecimiento anormal del nivel del mar, la fusión de la nieve en gran volumen o una combinación de estos fenómenos.

Las inundaciones generalmente son descritas en términos de su frecuencia estadística. Una “inundación de 100 años” o “una llanura de inundación de 100 años” se refiere a un evento o un área expuesta a un 1% de probabilidad que ocurra una inundación de determinado volumen en cualquier año dado. Este concepto no significa que una inundación ha de ocurrir sólo una vez cada 100 años. Si es que ocurre o no en un determinado año no cambia el hecho de que siempre hay una probabilidad del 1% de que ocurra algo similar al año siguiente.

Los límites de inundación de 100 años son usualmente utilizadas para identificar las áreas donde el riesgo de inundación es significativo. Se puede seleccionar cualquier otra frecuencia estadística para un evento de inundación, según el grado de riesgo que se decida evaluar.

La frecuencia de las inundaciones depende del clima, del material de las riberas del río y la pendiente del canal. En las regiones que no sufren extensos períodos con temperaturas bajo cero, las inundaciones generalmente ocurren en época de mayor precipitación. Cuando el mayor número de inundaciones son resultado del deshielo,

¹ www.oas.org/usde/publications/Unit

frecuentemente acompañado por precipitación, la época de inundaciones es la primavera o el inicio del verano.

Se pueden distinguir dos tipos de inundación¹ :

a) *LENTAS* : crecimiento lento de cauces, ríos y lagos, como resultado de lluvias durante un período largo de tiempo.

b) *RÁPIDAS* : crecimiento rápido de los cauces de ríos en zonas bajas, causando víctimas y violenta destrucción de propiedades.

Es importante mencionar también las inundaciones de marea que se presenten en áreas que bordean océanos y lagunas. Sus principales causas son:

- ❖ Mareas excesivamente altas.
- ❖ Vientos fuertes.
- ❖ Tormentas.
- ❖ Maremotos.
- ❖ Combinación de factores anteriores.

a) Desbordamiento de ríos o canales naturales causadas por la excesiva escorrentía como consecuencia de fuertes precipitaciones.

b) Ruptura de diques o falla de defensas ribereñas.

El establecimiento humano en un área cercana a planicies de inundación es una de las mayores causas de daños por inundaciones.

c) Precipitaciones intensas.

d) Inundaciones originadas en el mar o inundaciones costeras, causadas por olas ciclónicas exacerbadas por la escorrentía de las cuencas superiores.

¹ www.inundacion.org/SISTEMA PARA LA GESTION PREVENTIVA DE LOS DESASTRES en Costa Rica.

1.3 FACTORES QUE INFLUYEN A LA INCIDENCIA DE INUNDACIONES

Las inundaciones se producen cuando, al no poder absorber el suelo y la vegetación toda el agua, ésta fluye sin que los ríos sean capaces de canalizarla ni los estanques naturales o pantanos artificiales creados por medio de diques puedan retenerla.

La precipitación que cae en una zona determinada es el resultado de una serie de factores que influyen sobre la lluvia, tales como:

- ❖ La latitud: de manera general se puede indicar que la precipitación disminuye con la latitud porque la disminución de la temperatura hace decrecer la humedad atmosférica.
- ❖ Distancia a la fuente de humedad: mientras más cercana se encuentre la zona a fuentes de humedad como mares, lagos, entre otros, existirá mayor posibilidad de lluvias.
- ❖ Presencia de montañas: el ascenso orográfico favorece la precipitación. Así, en una cadena montañosa ocurren precipitaciones más pesadas o intensas en las laderas expuestas a los vientos, cayendo sólo trazas de lluvia en la ladera expuesta de las montañas.

Los factores más relevantes que afectan la escorrentía en una cuenca son los siguientes:

Factores climáticos:

- ❖ Distribución en el área, precipitaciones anteriores, humedad del suelo.
- ❖ Intercepción, tipo de vegetación, composición, edad y densidad de los estratos, estación del año y magnitud de la tormenta.
- ❖ Evaporación. Temperatura, viento, presión atmosférica, naturaleza y forma de la superficie de evaporación.
- ❖ Transpiración: temperatura, radiación solar, viento, humedad y clase de vegetación.

Factores fisiográficos

- ❖ Características de la cuenca : geométricas, tamaño, forma, pendiente, orientación y dirección.
- ❖ Físicas : uso y cobertura de la tierra, condiciones de infiltración, tipo de suelo, condiciones geológicas como permeabilidad y capacidad de formaciones de aguas subterráneas, condiciones topográficas como presencia de lagos, pantanos y drenajes artificiales.
- ❖ Características del canal y capacidad de transporte : tamaño, forma, pendiente, rugosidad, longitud y tributarios.
- ❖ Capacidad de almacenamiento : curvas de remanso.

Presencia de un fenómeno atmosférico

Estos pueden fácilmente transformarse en fuertes cambios atmosféricos, generando tormentas o lluvias de corta duración pero intensas y continuas. Esto provoca aumentos considerables en el caudal de ríos, acequias, torrentes y quebradas, hasta provocar el desbordamiento de los mismos.

Rompimiento de Presas

Las presas pueden ser naturales o artificiales, ambas están expuestas a fallar y provocar un desastre por inundación o avalancha. Las presas naturales pueden fallar por una mala conformación o por un evento sísmico fuerte.

Las presas artificiales o represamientos, son formadas por deslizamientos que caen al cauce de los ríos o quebradas, así como por el lanzamiento de desechos (basura). Este tipo de presa es muy frágil y conforme el embalse se hace más grande o de mayor volumen, aumenta el riesgo de producirse una ruptura, por el empuje que le produce el agua al querer fluir aguas abajo.

1.4 CAUSAS DE LAS INUNDACIONES¹

Varias son las causas que provocan y aceleran las inundaciones, en su gran mayoría originadas por razones de índole natural y en menor grado por motivos humanos,

¹ INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL - INDECI 2001.

como destrucción de cuencas, deforestación, sobre pastoreo, etc.; en ambas situaciones los desastres producidos son cuantiosos.

Las causas más frecuentes que ocasionan inundaciones en nuestro medio son:

- ❖ Las fuertes lluvias en un período relativamente corto.
- ❖ La persistencia de precipitaciones, que rápidamente provocan aumentos considerables en el nivel de los ríos y torrentes hasta causar el desbordamiento.
- ❖ El represamiento de un río por derrumbes, originados por fuertes lluvias o sismos.
- ❖ La repentina destrucción de una presa, por causas naturales, humanas o ambas.
- ❖ La expansión de un lago o laguna por fuertes o continuas precipitaciones o por represamiento del desagüe.
- ❖ El ascenso del nivel del mar causado por fenómenos meteorológicos como temporales, tormentas, marejadas o por tsunamis.
- ❖ Ruptura del lecho y desviación de las aguas fuera de su curso normal.
- ❖ Prácticas agrícolas inadecuadas.
- ❖ Deforestación y eliminación de la vegetación ribereña de los cursos de agua que dejan a los suelos expuestos a la erosión.

Control de Inundaciones¹

Los estudios de control de inundaciones dependen de las características particulares de la cuenca, los estudios que generalmente se realizan son los siguientes:

1. Delimitar las zonas inundables. Puede hacerse utilizando cartografía, fotografías aéreas, topografía de campo, encuestas e inventario de eventos históricos.
2. Determinar las causas de las inundaciones. Pueden ser desbordamientos, encharcamientos, deficiencias de drenaje, avalanchas, obstrucciones o sedimentación.

¹ www.geocities.com/gsilvam/ Control de Inundaciones, 2001.

3. Realizar estudios Geológico, Geotécnico, Socioeconómico, Ambiental, Hidrológico y Meteorológico para delimitar cuencas vertientes, analizar el uso de la tierra y las corrientes naturales que afectan la zona que se va a proteger, cuantificar clima, lluvias y caudales líquidos y sólidos. Definir magnitudes de los eventos extremos que pueden generar inundaciones:
4. Realizar estudios económicos para cuantificar los perjuicios que han causado inundaciones anteriores y para estimar los perjuicios futuros, con niveles de riesgo determinados, sobre las actividades agropecuarias, industriales y habitacionales de la zona.
5. Realizar estudios Geomorfológicos y de Hidráulica Fluvial para conocer la dinámica fluvial y estimar capacidades de los cauces, estabilidad, trayectorias y tendencias futuras, delimitación de zonas inundables para eventos extraordinarios e incidencia de obras civiles existentes y proyectadas.
6. Diseñar las obras de mitigación de los efectos de las inundaciones y estimar sus costos.

De una manera general los proyectos de control de inundaciones estudian las siguientes opciones:

- Dejar las cosas como están y convivir con el problema.
- Establecer sistemas de alerta para que la población pueda ponerse a salvo.

Evaluación de Amenaza de Inundaciones

Obtener datos hidrológicos directamente de los ríos o cursos de agua es un esfuerzo valioso pero que consume tiempo. Si tales datos dinámicos han sido obtenidos durante muchos años de aforos regulares, se pueden usar modelos para calcular la frecuencia estadística de los eventos de inundación, determinando así su probabilidad. Sin embargo, tales evaluaciones son difíciles sin aforos de por lo menos veinte años.

En muchos países, los datos de aforos son insuficientes o no existentes. Como resultado, las evaluaciones del peligro de inundaciones, basadas en mediciones directas, pueden no ser posibles porque no hay una base para determinar los niveles específicos de inundación y los intervalos de recurrencia para determinados eventos. Se pueden realizar evaluaciones de amenaza en base a datos de percepción remota,

informes de daños y observaciones de campo cuando los datos cuantitativos son escasos. Tales evaluaciones presentan información graficada que define las áreas inundables que probablemente serán afectadas por una inundación de un intervalo específico (Riggs, 1985).

Mitigación y Preparación contra Inundaciones

Las políticas de mitigación pueden salvar vidas y proteger propiedades aun cuando la inundación misma no se pueda prevenir, contener o evitar.

El más convencional de esos métodos preparatorios es el Sistema de Alerta Temprana de Inundaciones, la efectividad de los cuales se ha manifestado en varios países. El valor de los Sistemas de Alerta Temprana depende en gran parte de su exactitud (esto afecta su credibilidad), el tiempo de espera disponible para la preparación y evacuación y la efectividad del sistema de envío de mensajes.

Existen otras medidas de tipo no estructural que pueden ser consideradas para la mitigación del efecto de las inundaciones:

- ❖ Zonificación ambiental y ordenamiento de uso del suelo.
- ❖ Formación y capacitación de dirigentes comunales, apoyándolos para enfrentar adecuadamente los peligros de inundaciones.
- ❖ Diseños alternativos de construcción de infraestructura y viviendas para soportar, amenazas naturales como las inundaciones.
- ❖ Reubicación de poblaciones y actividades situadas en áreas de riesgos de niveles inaceptables.
- ❖ Uso de un seguro contra inundaciones.

Actividades a realizar Antes, Durante y Después de una Inundación

Antes

- No utilizar las zonas tradicionalmente inundables, como son las riberas de los ríos, quebradas, tajos abandonados y llanuras de inundación para ubicar asentamientos humanos y uso del suelo.

- Si construye en la zona vulnerable a la amenaza deje un margen de altura conveniente calculando el nivel que puede alcanzar el agua desbordada.
- No dejar objetos o bienes en zonas con peligro de inundación.
- Planificación del uso del suelo.
- Realizar mapas de zonificaciones.
- Observar el aumento y disminución del río.
- Reforestar las riberas de los ríos así como las nacientes.
- Elaborar planes de contingencia para inundaciones a nivel comunal.
- Eliminar terraplenes cercanos al cauce del río o dentro de él.
- Construir muros de contención o diques de defensa en las márgenes de los ríos.
- Establecer un mecanismo de alerta difundirlo a la comunidad.
- Realizar trabajos permanentes de limpieza de cunetas, alcantarillas, desagües, canales y acequias.
- Mantener una reserva de agua potable y alimentos básicos y ropa durante la época lluviosa.
- Conocer la ubicación de las tierras altas y como llegar hasta ellas.
- Reubicar aquellos asentamientos vulnerables a inundaciones.
- Preparar en casa un botiquín de primeros auxilios que incluya aquellos medicamentos que su familia necesite según indicación médica.

Durante

- Mantener la vigilancia sobre el aumento repentino del nivel de las aguas.
- Mantener la vigilancia sobre el aumento en la turbulencia de las aguas, transporte de árboles, ramas y troncos.
- Reducción repentina del nivel de las aguas del río que podrían significar un represamiento aguas arriba o por arrastre de gran cantidad de material.
- Conocer y estar atento a la señal de alarma dada por el comité de emergencia.
- Comunicar a los vecinos el punto de concentración donde deben reunirse para la evacuación.
- Si las condiciones así lo exigen, designar una persona para que cuide la vivienda.

- Tener seleccionados los objetos básicos (ropa, alimentos) que la familia deberá trasladar con eficiencia y rapidez.
- Reubicar los bienes de valor en la parte más altas y de mayor seguridad dentro de la casa.
- Mantener sintonizado un radio transistor y televisor.
- Evacuar las áreas que puedan inundarse según criterio y percepción.
- Dirigirse a las tierras altas llevando consigo el material de emergencia (áreas seguras).
- Alejarse de los lugares en que se pueden producir deslizamientos.
- No cruzar ríos, quebradas o acequias crecidas y lugares inundados.
- Alejarse de los postes con tendido eléctrico, caídos en áreas inundadas (puede sufrir descarga eléctrica).

Después

- Realice una inspección de su vivienda previniendo una amenaza por deslizamiento. No vuelva a habitar su vivienda hasta asegurarse de que su casa este en buen estado.
- No beber agua que no reúna las condiciones higiénicas. Colaborar con la apertura de desagües para evitar el estancamiento de agua que podría ocasionar daños a la salud.
- Tener cuidado con los animales peligrosos (serpientes, alacranes, etc.) en las zonas secas.
- Enterrar los animales muertos y limpiar los escombros dejados por la inundación.
- No consumir alimentos que hayan estado en contacto con las aguas desbordadas.
- Clorar el agua o hervirla durante 15 minutos.
- No usar equipos eléctricos conectados en áreas mojadas.
- Mantenerse informado y seguir las recomendaciones de los Comités de Emergencia.

Recomendaciones de seguridad en caso de una inundación.

Cuando exista un Alerta de Inundación:

- Almacene agua potable en recipientes limpios.
- Si las autoridades locales lo obligan a abandonar su casa, reubique en un lugar más seguro sólo los objetos esenciales o de mayor valor.
- Llene el tanque de combustible de su automóvil para evitar que éste flote y sea arrastrado por la corriente.
- Engrase máquinas y artefactos metálicos que no puedan ser removidos de sus ubicaciones originales.
- Diríjase a un lugar seguro antes de que el agua de la inundación interrumpa el tránsito normal por calles o avenidas.

Durante la inundación:

- Evite las zonas propensas a inundaciones repentinas (zonas bajas o cercanas a cursos de agua).
- No intente caminar a través de áreas que estén cubiertas por agua o donde el nivel de ésta sobrepase la altura de las rodillas.
- No intente manejar en calles inundadas.

Después de la inundación:

- No coma alimentos crudos o que hayan estado en contacto con el agua de la inundación.
- Hierva el agua antes de beberla.
- No visite los lugares que fueron afectados por las inundaciones.
- No toque ni manipule las instalaciones eléctricas. (En regiones inundadas éstas deben ser examinadas y estar completamente secas antes de ser puestas nuevamente en funcionamiento).
- Informe a las autoridades competentes respecto a los servicios públicos que hayan sido dañados durante la inundación.

1.5 EFECTOS DE LAS INUNDACIONES¹

En general, la magnitud de los daños estará relacionada con:

- ❖ El nivel que alcancen las aguas en la inundación, la violencia y rapidez con que se produzca, y el área geográfica que cubra.
- ❖ La calidad del diseño y construcción de las obras, en cuanto a haber o no considerado y adoptado precauciones para un cierto nivel de inundación previsto.
- ❖ La calidad del terreno donde se sitúan las obras en cuanto a su capacidad de resistir o no la erosión que pueden provocar las inundaciones así como la calidad de los terrenos adyacentes a las obras en cuanto al riesgo de derrumbes o deslizamientos de tierras que podrían provocar lluvias torrenciales o persistentes.

Los efectos que las inundaciones causan en las zonas urbanas se encuentran relacionados con las viviendas e instalaciones de abastecimiento de agua potable. La contaminación de fuentes de agua superficial y subterránea ocasiona la aparición de enfermedades asociadas a la falta de higiene, el grave riesgo de aparición de estas enfermedades hacen de primera importancia los métodos de tratamiento del agua con sustancias químicas de esterilización (ejemplo: Cloro).

Otros efectos causados por las inundaciones son la erosión del suelo y la sedimentación excesiva.

A menudo quedan destruidas las zonas de desove de los peces y otros hábitats de la vida silvestre.

Las corrientes muy rápidas ocasionan daños mayores, mientras que las crecidas prolongadas de las aguas obstaculizan el flujo, dificultan el drenaje e impiden el empleo productivo de los terrenos.

¹ www.inundacion.org /SISTEMA PARA LA GESTION PREVENTIVA DE LOS DESASTRES en Costa Rica.

Se ven afectados con frecuencia los estribos de los puentes, las canalizaciones y otras estructuras, así como la navegación y el abastecimiento de energía hidroeléctrica.

Entre los efectos de las inundaciones se puede mencionar:

- ❖ Arrastre de sólidos
- ❖ Extensas áreas cubiertas por agua
- ❖ Intensa erosión
- ❖ Proliferación de microorganismos
- ❖ Interrupción de vías de comunicación
- ❖ Viviendas dañadas
- ❖ Pérdida de vidas
- ❖ Destrucción de cosechas
- ❖ Depósito de lodo, arenas y grava.

Efectos secundarios:

- ❖ Enfermedades transmisibles.
- ❖ Escasez de alimentos.
- ❖ Problemas de eliminación de desechos y excrementos.
- ❖ Contaminación del agua potable.

1.6 DEFINICIÓN DE LLANURAS DE INUNDACIÓN¹

Definición

Las llanuras de inundación son áreas de superficies adyacentes a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza siempre cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él. Este capítulo presenta una visión general de los conceptos importantes relacionados con las evaluaciones del peligro de inundaciones.

¹ www.oas.org/usde/publications/Unit

Características de la superficie del terreno relacionadas con inundaciones

La planificación para la prevención de la amenaza de inundación debe tomar en cuenta las siguientes características de superficie, relacionadas con las inundaciones:

- ❖ Topografía o pendiente del terreno, especialmente su horizontalidad;
- ❖ Geomorfología, tipo y calidad de suelos, especialmente material de base de depósitos fluviales no consolidados.
- ❖ Hidrología y la extensión de las inundaciones recurrentes.

Estas características comúnmente son consideradas en las actividades de evaluación de recursos naturales (OEA, 1984). Uno de los primeros pasos de un estudio de planificación es recopilar toda la información disponible relacionada con estas características y recomendar la instalación de equipos de aforo y estaciones hidrometeorológicas en regiones propuestas para el desarrollo, si es que no están ya disponibles.

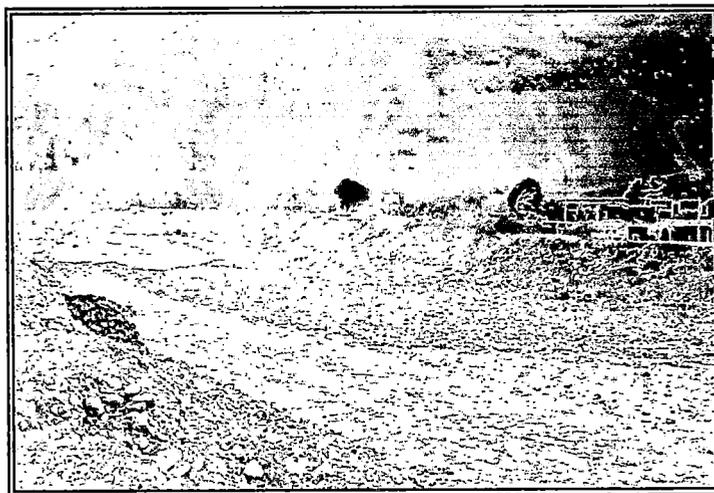


Figura 1.1: Tramo final del Río Chillón.

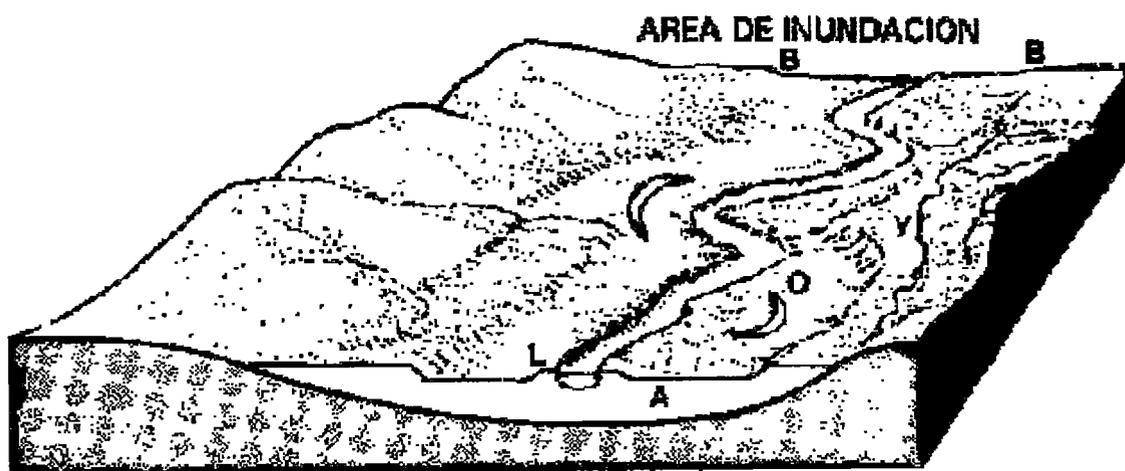
Características de las Llanuras de inundación

Las llanuras de inundación no son estáticas ni estables. Están compuestas de sedimentos no consolidados, se erosionan rápidamente durante inundaciones y crecidas de agua, o pueden ser el lugar donde se depositen nuevos estratos de lodo,

arena y limo. De tal modo, el río puede cambiar de curso e ir de un lado de la llanura de inundación al otro.

El ancho de una llanura de inundación esta en función del caudal del río, velocidad de la tasa erosionante, la pendiente del canal, y la dureza de la pared del canal. Las llanuras de inundación no son usuales en los canales de las partes altas de la cuenca fluvial porque los ríos son de poco caudal, las pendientes y la velocidad de profundización son altas, y las paredes del valle frecuentemente muestran roca firme sin cobertura.

En ríos moderadamente pequeños, la llanura de inundación usualmente se encuentra en el interior de la curva de un meandro, y se alterna de lado a lado a medida que el río fluye en meandros de un lado del valle al otro.



A: Aluvión

B: Acantilado

L: Dique

FUENTE : www.oas.org/usde/publications/Unit

Figura 1.2: Esquema de Llanura de inundación.

Los ríos más grandes, especialmente aquellos de poca pendiente, desarrollan amplias llanuras de inundación. Conforme se desarrollan las llanuras, la migración de un lado a otro del canal del río, produce lagos semilunares (meandro abandonado), desprendimientos, diques naturales y depósitos de ciénagas desconectados del canal actual. Si el río acarrea sedimentos gruesos durante la inundación estos serán depositados a lo largo de la ribera del canal como un dique

natural. Esto puede dar formación a un canal colgado donde el fondo del canal continuamente se eleva (proceso de agradación) hasta un punto tal que podría ser más alta que la topografía circundante. Esta condición puede resultar en la elevación de la superficie del agua contenida dentro del canal, considerablemente más alta que la superficie del terreno adyacente a estos diques, lo cual representa un potencial de inundación, mucho más grave que en la situación típica donde el canal se encuentra en la parte más baja de un corte transversal tipo de la llanura de inundación.

Todas estas características son variables con el tiempo. La ampliación del ancho del canal de un río y la destrucción de parte de la llanura de inundación, debido a inundaciones importantes, es bastante común y ha sido observado en regiones semiáridas.

La movilidad del canal del río es una característica importante cuando se trata de definir el potencial de la llanura de inundación. En las zonas donde la vegetación es densa y los suelos están consolidados la movilidad de los cauces no es un gran problema, sin embargo la escasez de vegetación y la presencia de suelos gruesos y erosionables, la posibilidad de migración del canal debe ser considerada además de la configuración existente.

Las terrazas a lo largo de un canal se pueden confundir con una llanura de inundación. En realidad algunas terrazas pueden haber sido los bordes de llanuras de inundación antes de nuevas erosiones o actividad tectónica. Una terraza normalmente se puede distinguir de una planicie de inundación activa por el tipo de vegetación y el material presente en superficie.

La reducción de la capacidad del canal, temporal o permanente, puede dar lugar a inundaciones más frecuentes de la llanura de inundación y contribuir a su modificación.

Las llanuras de inundación sirven de área de expansión de la energía (disipación) del caudal, así como para su almacenamiento durante las avenidas, al tiempo que se caracterizan por una gran fertilidad al estar constituidas por terrenos aportados por

el río; el problema es que la ocupación de estos espacios ha reducido al mínimo dichas funciones.

La continuidad (hidráulica, geomorfológica y biológica) longitudinal y transversal al cauce es básica para mantener la dinámica fluvial. Ésta última es muy poco conocida y en muchos casos obviada, siendo la conexión entre el ecosistema acuático y el terrestre y el mantenimiento de las funciones del corredor ripario y de las llanuras de inundación.

FRECUENCIA DE INUNDACIONES

Para los análisis de probabilidades sólo se consideran las inundaciones anuales y el intervalo de recurrencia. La inundación anual normalmente es considerada como el evento más importante, cada año.

Las llanuras de inundación de algunos ríos, sin embargo, son frecuentemente inundadas, a intervalos de 10 años a más.

La llanura de inundación se puede desarrollar y ser ocupada durante los años con menor actividad de inundaciones. Este desarrollo está sujeto al riesgo de inundaciones a medida que se cumple el ciclo de ésta.

DURACIÓN DE INUNDACIONES

El tiempo durante el cual una llanura de inundación permanece inundada, depende del caudal del río, la pendiente del canal, y las características climáticas. En el caso de ríos pequeños, las inundaciones inducidas por precipitación duran entre horas y días, dependiendo del tipo de suelo existente en la zona.

El agua en una llanura de inundación generalmente vuelve al canal por drenaje a medida que la corriente disminuye. En las amplias llanuras de inundación el drenaje del agua puede ser muy lento, causando que la inundación dure varios meses. La infiltración y la evapotranspiración ayudarán a la desaparición del agua.

En las zonas donde los canales están colgados debido al proceso de agradación del lecho, las aguas de inundación pueden que no regresen por drenaje al canal, dado que el fondo de éste está a mayor elevación que la llanura de inundación circundante.

Efectos del desarrollo sobre las llanuras de inundación y el rol de la mitigación

Las poblaciones humanas han sido atraídas desde épocas muy remotas por las llanuras de inundación; primero, debido al rico suelo aluvial; luego, por la necesidad de acceso a fuentes de agua, transporte fluvial, y desarrollo de energía y, más tarde, como lugar relegado para la urbanización, particularmente para familias de bajos ingresos. La manera cómo se usa y desarrolla la tierra puede cambiar el riesgo resultante de las inundaciones. Si bien se puede diseñar algunas actividades para mitigar los efectos de las inundaciones, muchas de las prácticas actuales y estructuras existentes han aumentado los riesgos sin quererlo.

HIDROGRAMAS DE INUNDACIONES MOSTRANDO LOS EFECTOS DE LA URBANIZACIÓN

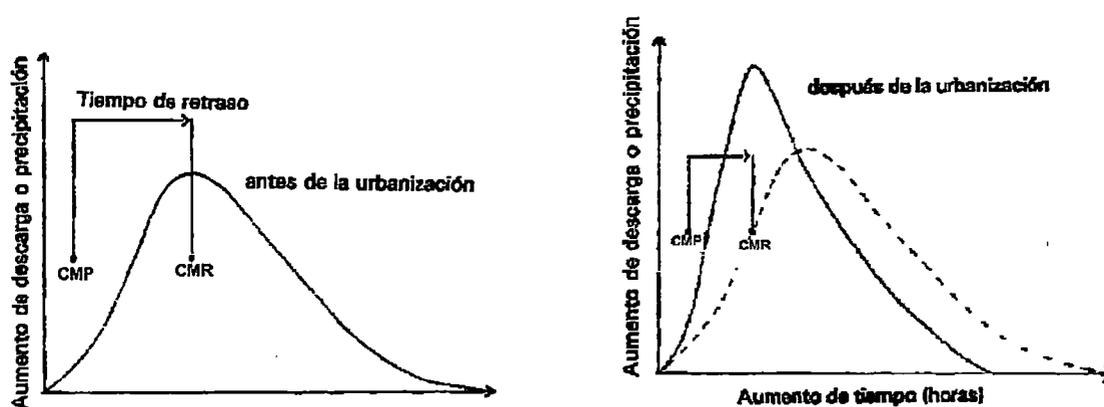


Figura 1.3: Hidrogramas esquemáticos mostrando el efecto de urbanización tal como retraso de tiempo y aumento de la descarga pico.

Los puntos CMP y CMR son Centros de Masa y de Escurrimiento, respectivamente.

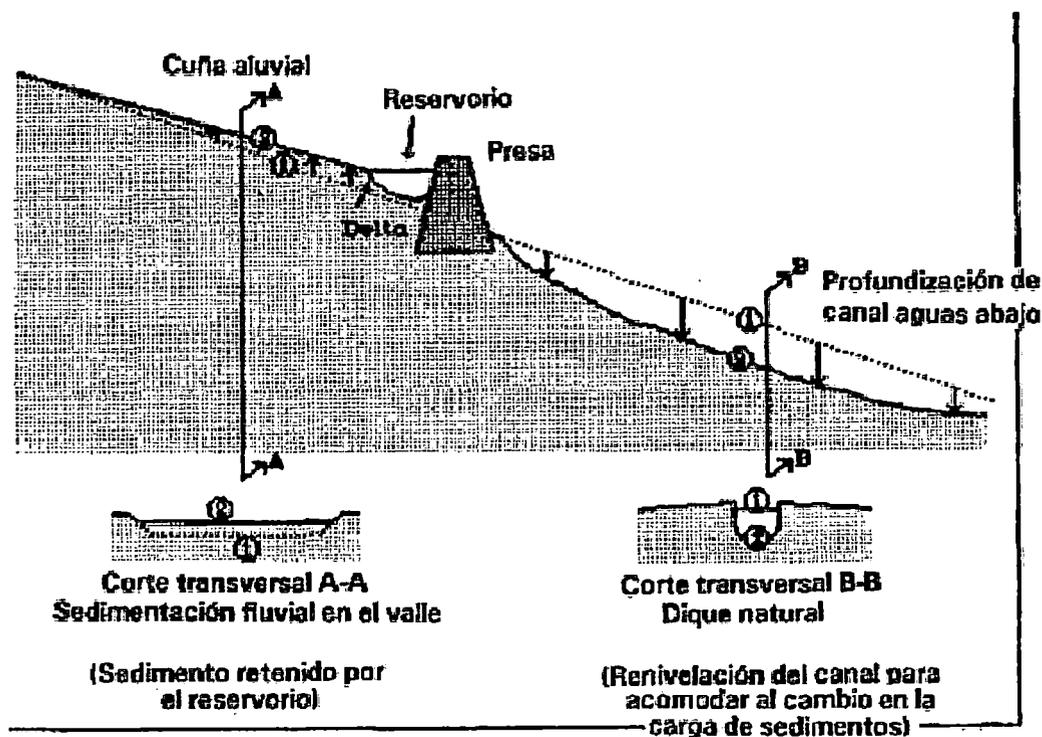
FUENTE: Adaptado de Strahler, A.M., y Strahler, A.H. *Environmental Geoscience: Interaction Between Natural Systems and Man* (Santa Barbara, California, U.S.A.: Hamilton Publishing Co., 1973); and Riggs, H.C. *Streamflow Characteristics* (New York, U.S.A.: Elsevier, 1985).

Las acequias de drenaje y de riego, así como otras vías para el agua, pueden alterar la descarga a las llanuras de inundación y la capacidad del canal para transportar dicha descarga. Los efectos de las prácticas agrícolas varían y dependen de los suelos, la geología, el clima, la vegetación y las prácticas locales de manejo de aguas. En muchos países la agricultura domina el uso del terreno en las llanuras de inundación. Donde las inundaciones son estacionales, se pueden seleccionar cultivos que puedan resistir la de corta duración y poco volumen durante la estación respectiva. Las cosechas menos resistentes pueden ser desarrolladas en las estaciones en las que no ocurren inundaciones.

Las prácticas de deforestación o tala de árboles reducen la vegetación y la capacidad de absorción del bosque, aumentando así el escurrimiento. El sobrepastoreo en pastizales y áreas para ganadería, disminuye la cobertura de vegetación y expone los suelos tanto a erosión, como a mayor escurrimiento.

Las grandes presas afectan los canales de los ríos tanto aguas arriba como aguas abajo. La evaporación aumenta como resultado de la mayor área del espejo de agua del reservorio y este proceso tiende a degradar la calidad del agua. El reservorio actúa como una trampa para sedimentos, y el canal abajo de la presa modificará su pendiente para acomodarse al cambio en la carga de sedimentos. El agua, ahora con pocos sedimentos, erosionará el canal aguas abajo.

Las presas también pueden aumentar la recarga del agua subterránea, elevar el nivel de la capa freática y aún inducir la descarga de aguas subterráneas hacia canales adyacentes, modificando así los volúmenes de descarga de los ríos. La falla catastrófica de una presa produce una rápida pérdida de agua del reservorio e instantáneamente cambios severos y dramáticos aguas abajo.

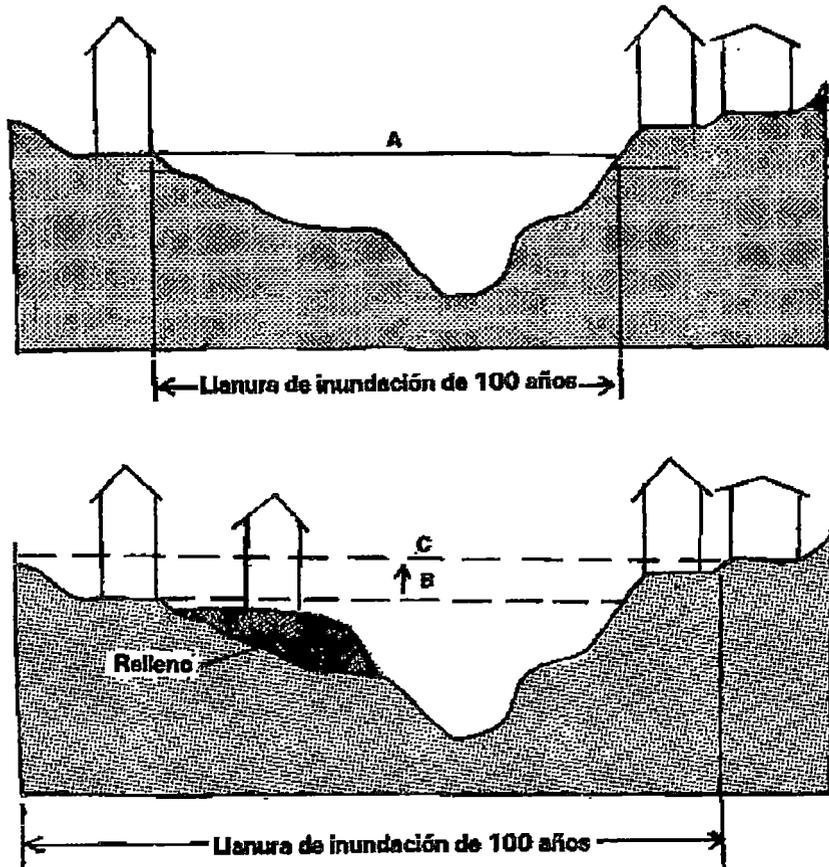


- (1) Pendiente original sin desarrollo
- (2) Acumulación de sedimento (corte transversal A-A) o profundización de canal después de la presa (corte transversal B-B).

FUENTE: Adaptado de Strahler, A.M. Planet Earth: Its Physical Through Geological Time (New York: Harper & Row, 1972).

Figura 1.4: EFECTOS DE UNA PRESA SOBRE LAS LLANURAS DE INUNDACIÓN

La urbanización de una llanura de inundación o de áreas adyacentes, y la correspondiente construcción, aumentan la descarga y la tasa de descarga, pues se reduce el área de superficie disponible para absorber la lluvia y canaliza mucho más rápidamente el flujo hacia alcantarillados y vías de drenaje. Los rellenos artificiales en la llanura de inundación reducen la capacidad del canal de inundación y pueden elevar la altura de la inundación. Así, el riesgo de inundaciones aumenta.



- A - antes del desarrollo
- B - aumento en altura de inundación
- C - después del desarrollo
- D - relleno

Figura 1.5: CORTE TRANSVERSAL DIAGRAMÁTICO, DEL VALLE DE UN RÍO MOSTRANDO LA RELACIÓN ENTRE NIVELES DE INUNDACIÓN Y LLANURAS DE INUNDACIÓN FLUVIAL

De aquí concluimos que la dinámica de la llanura de inundación es una consideración básica a ser incorporadas en un estudio de planificación para el desarrollo integrado. Es esencial que el estudio reconozca que los cambios causados por el desarrollo pueden y han de afectar las llanuras de inundación de muchos modos.

Es valioso demarcar las llanuras de inundación y otras áreas inundables para proponer actividades compatibles de desarrollo. El riesgo de inundación puede ser incrementado si no se entiende la naturaleza del peligro y se piensa que este es aleatorio en tiempo y espacio, cuando en realidad es más o menos predecible de acuerdo a probabilidades estadísticas.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

El análisis hidrológico nos permite obtener los caudales de máximas avenidas necesarias para el diseño de obras hidráulicas, trabajos de zonificación, planificación, etc.

En el caso de nuestra aplicación la determinación de máximas avenidas se realizará utilizando el Método Estadístico, que es aplicable a ríos con registros de caudales máximos.

El cálculo se hace mediante un análisis de frecuencia que define un intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada, también llamado "Periodo de Retorno"¹. Se puede calcular como la inversa de la probabilidad de que un valor dado sea igualado o superado en el periodo de análisis.

Se ha encontrado que las distribuciones pueden expresarse en la forma²:

$$Y = Y_M + K * \sigma_Y \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

Y: caudal con una probabilidad dada.

Y_m: media de la serie de caudales pico.

σ_y: desviación estándar de la serie.

K: un factor de frecuencia definido por cada distribución. Es una función del nivel de probabilidad asignado a Y.

¹ VEN TE CHOW – MAIDMENT DAVID R; HIDROLOGÍA APLICADA; capítulo 12, página 392.

² VEN TE CHOW – MAIDMENT DAVID R; HIDROLOGÍA APLICADA; capítulo 11, página 387.

Distribución de Gumbel o Valores Extremos Tipo I¹

La Ley de Gumbel está dada por la siguiente expresión:

$$P = 1 - e^{-e^{-y}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

P: probabilidad de que un valor x sea igualado o excedido.

y: variable reducida, dada por la expresión:

$$y = a(x - u) \quad (\text{Ec. 2.3})$$

u: moda de la distribución.

a: parámetro de dispersión.

Para una muestra de tamaño finito, Gumbel encontró que:

$$u = X_M - \sigma_X \frac{Y_n}{\sigma_n} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$a = \frac{\sigma_n}{\sigma_X} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

Donde:

Y_n: valor medio esperado de la variable reducida.

σ_n: desviación estándar de la variable reducida.

Y_n, σ_n son funciones sólo del tamaño de la muestra.

Reemplazando valores tenemos:

$$y = ax - au = \frac{\sigma_n}{\sigma_X} X - \frac{\sigma_n}{\sigma_X} (X_M - \sigma_X \frac{Y_n}{\sigma_n}) = \frac{\sigma_n}{\sigma_X} X - \frac{\sigma_n}{\sigma_X} X_M + y_n \frac{\sigma_n}{\sigma_X} X = \frac{\sigma_n}{\sigma_X} X_M + y - y_n \quad (\text{Ec. 2.6})$$

$$X = X_M + \sigma_X \frac{(Y - y_n)}{\sigma_n} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

$$X = X_M + K * \sigma_X \quad (\text{Ec. 2.8})$$

¹ HIDROLOGIA APLICADA; Ven Te Chow; David R. Maidment; capítulo 12, página 402.

Con la última ecuación es posible hallar caudales con largos periodos de recurrencia (avenida centenaria, milenaria, etc.). Esta ecuación representa una línea recta en papel probabilístico de Gumbel. Precisamente la manera de comprobar que el modelo de Gumbel es el apropiado para el problema en estudio consiste en graficar la recta y plotear los puntos de la muestra; deberá cumplirse que todos los puntos caen alineados cerca de la recta.

Procedimiento:

- ❖ Se ordena los valores de mayor a menor, sin importar el año de ocurrencia.
- ❖ Luego es necesario asignar a cada valor una probabilidad de excedencia. Esta probabilidad de excedencia o frecuencia (P) que se asigna a cada valor de la serie, es lo que se conoce como posición de trazado. Su inversa es el período de retorno (T).

De todas las fórmulas existentes, la de mayor aceptación es la de Weibull:

$$P = \frac{m}{N + 1} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

Donde:

N: Número total de valores de la muestra.

m: Número de orden de los valores ordenados de mayor a menor.

- ❖ Se calcula la media aritmética de los valores de caudales pico, así como la desviación estándar.
- ❖ Se halla los valores de Y_n y σ_n , del número de datos disponibles.
- ❖ Se halla los valores de “K”, para distintas probabilidades.
- ❖ Se halla los caudales de avenida contra tiempo de retorno.

Distribución LogNormal¹

Si la variable aleatoria $Y = \log X$ está normalmente distribuida, entonces se dice que X está distribuida en forma lognormal. Chow (1954) llegó a la conclusión de que esta distribución se aplica a variables hidrológicas formadas como productos de otras variables debido a que si $X = X_1 X_2 X_3 \dots X_n$, entonces:

$$Y = \log X = \sum_{i=1}^n \log X_i = \sum_{i=1}^n Y_i, \quad (\text{Ec. 2.10})$$

Y tiende a la distribución normal para valores de n siempre y cuando los X_i sean independientes y estén idénticamente distribuidas. Se ha encontrado que la distribución LogNormal describe la distribución de la conductividad hidráulica en un medio poroso (Freeze, 1975), la distribución de tamaño de gotas de lluvia en una tormenta y otras variables hidrológicas. La distribución LogNormal tiene las ventajas sobre la distribución normal de que está limitada ($X > 0$) y de que la transformación hidrológica, debido a que al tomar logaritmos se reducen en una proporción mayor los números grandes que los números pequeños. Algunas limitaciones de la distribución LogNormal son que tiene solamente dos parámetros y que requiere que los logaritmos de los datos sean simétricos alrededor de su media.

Distribución Log-Pearson Tipo III²

Si $\log X$ sigue una distribución Pearson tipo III, entonces se dice que X sigue una distribución log-Pearson tipo III. Esta es la distribución estándar para análisis de frecuencia de crecientes máximas anuales en los Estados Unidos (Benson, 1968).

Un caso especial se produce cuando $\log X$ es simétrico alrededor de su media, la distribución log-Pearson tipo III se reduce a la distribución lognormal.

¹ HIDROLOGÍA APLICADA; Ven Te Chow; David R. Maidment; capítulo 11, página 382.

² HIDROLOGIA APLICADA; Ven Te Chow; David R. Maidment; capítulo 11, página 386.

La localización del límite ϵ en la distribución log-Pearson tipo III depende de la asimetría de la información. Si ésta tiene asimetría positiva, entonces $\log X \geq \epsilon$ y ϵ es un límite inferior, mientras que si la información tiene asimetría negativa, $\log X \leq \epsilon$ y ϵ es un límite superior. La transformación log reduce la asimetría de la información transformada y puede producir información transformada con asimetría negativa utilizando información original con asimetría positiva. En este caso, la aplicación de la distribución log-Pearson tipo III impondría un límite superior artificial a la información. Dependiendo de los valores de los parámetros, la distribución log-Pearson tipo III puede asumir muchas formas diferentes, (Bobe, 1975).

Tabla 2.1

Distribuciones de Probabilidad para el ajuste de Información Hidrológica

Distribución	Función de densidad de probabilidad	Rango	Ecuaciones de los Parámetros en términos de los momentos de la muestra
Lognormal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y-\mu_y)^2}{2\sigma_y^2}\right)$ <p>donde $y = \log x$</p>	$x > 0$	$\mu_y = \bar{y}, \sigma_y = S_y$
Log Pearson Tipo III	$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y-\epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{x\Gamma(\beta)}$ <p>donde $y = \log x$</p>	$\log x \geq \epsilon$	$\lambda = \frac{S_y}{\sqrt{\beta}}$ $\beta = \left[\frac{2}{C_s(y)} \right]^2$ $\epsilon = \bar{y} - S_y \sqrt{\beta}$ <p>(Suponiendo que $C_s(y)$ es positivo)</p>
Valor extremo Tipo I	$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left[-\frac{x-u}{\alpha}\right] - \exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)$	$-\infty < x < \infty$	$\alpha = \frac{\sqrt{6s_x}}{\pi}$ $u = \bar{x} - 0.5772\alpha$

FUENTE : HIDROLOGÍA APLICADA; Ven Te Chow, David R. Maidment; capítulo 11; página 383.

Prueba de Bondad de Ajuste

Se entiende por bondad de ajuste, a la asimilación de datos observados de una variable, a una función matemática previamente establecida y reconocida. A través de ésta es posible interpolar y extrapolar información; en otras palabras, predecir el comportamiento de la variable en estudio (Pizarro et, 1986).

Las pruebas de bondad de ajuste estadístico más utilizadas son:

- a) Chi – cuadrado (χ^2), medida de la discrepancia entre las frecuencias observadas (f_o) y las frecuencias calculadas (f_c) por medio de una distribución teórica.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_o - f_c)^2}{f_c} \quad \text{en donde } \sum f_o = \sum f_c$$

- b) Smirnov – Kolmogorov, considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P_{(x)}$ de la función de probabilidades teórica, escogida $P_{o(x)}$.

Prueba de Smirnov - Kolmogorov:

Las ventajas de la aplicación de éste método de ajuste estadístico son:

- ❖ No requiere un conocimiento a priori de la función de distribución teórica.
- ❖ Es aplicable a distribuciones de datos no agrupados, es decir, no se requiere hacer intervalos de clase.
- ❖ Es aplicable a cualquier distribución teórica.
- ❖ Se aplica en la función de distribución acumulada y no en la función de densidad.
- ❖ Comparándola con la prueba de chi – cuadrado, no hay condición de que cada clase de frecuencia deba contener un mínimo de 5 valores observados.

El procedimiento para la aplicación de esta prueba, se resume a continuación:

- ❖ Se calcula la probabilidad empírica o experimental $P(x)$ de los datos, para esto usamos la fórmula de Weibull (ver Ec. 2.9).
- ❖ Luego se calcula la probabilidad teórica $F(x)$ característica de cada distribución.

El estadístico Δ tiene su función de distribución de probabilidades. Si el valor de Δ_0 es un valor crítico para un nivel de significancia α , se tiene que:

$$P\left[\max |F(x_i) - P(x_i)| \geq \Delta_0\right] = \alpha \quad (\text{Ec. 2.11})$$

$$P(\Delta \geq \Delta_0) = \alpha \quad (\text{Ec. 2.12})$$

$$P(\Delta < \Delta_0) = 1 - \alpha \quad (\text{Ec. 2.13})$$

- ❖ Se calculan las diferencias $P(x_i) - F(z_i)$ para cada valor evaluado.
- ❖ Seleccionando la máxima diferencia resultante Δ_{\max} .

$$\Delta = \max |F(x_i) - P(x_i)| \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Donde:

- Δ : estadístico de Kolmogorov – Smirnov.
- $F(x_i)$: probabilidad de distribución de ajuste o teórica.
- $P(x_i)$: probabilidad experimental o empírica de los datos denominada también frecuencia acumulada.

- ❖ Se calcula el valor crítico del estadístico Δ_0 , como lo indica la tabla N°2.2.

Tabla 2.2

VALOR CRÍTICO DEL ESTADÍSTICO Δ_0 SMIRNOV - KOLMOGOROV

TAMAÑO MUESTRAL	NIVEL DE SIGNIFICANCIA α			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$1.07/\sqrt{N}$	$1.22/\sqrt{N}$	$1.36/\sqrt{N}$	$1.63/\sqrt{N}$

FUENTE: <http://fluidos.eia.edu.co/hidrologiai/probabilidad/probabilidad.htm>

- ❖ Se compara el valor estadístico Δ , (máximo valor de $|F(x_i) - P(x_i)|$), con el valor crítico de Δ_0 tomado de la tabla 2.2, luego:

- $\Delta < \Delta_0$ \Rightarrow El ajuste es bueno, al nivel de significancia ajustado.
- $\Delta \geq \Delta_0$ \Rightarrow El ajuste no es bueno, al nivel de significancia ajustado.

Esta será la conclusión final para determinar si la muestra se ajusta o no con un nivel de significancia adecuado a la aplicación de un método determinado.

2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO

El análisis hidráulico proporcionará los niveles de agua necesarios para la delimitación de las áreas que corren peligro de ser inundadas. El desarrollo de un efectivo plan de manejo de planicies de inundación requiere de la comprensión de la hidráulica de canales abiertos, la cual depende de la clasificación del flujo, el transporte y la ecuación de la energía.

El flujo en canales abiertos está clasificado basado en el tiempo (permanente y no permanente), espacio (uniforme y variado) y régimen (subcrítico, crítico y supercrítico).

Flujo y Transporte

En la mayoría de problemas de flujo permanente la descarga es constante en toda la capacidad del canal. Luego:

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2 \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Donde:

Q: porcentaje de descarga (m^3/s).

V_n : velocidad media en la sección transversal "n" (m/s).

A_n : área de la sección transversal "n" (m^2).

Para canales abiertos, la ecuación de Momentum es usada en la forma de la ecuación de Manning:

$$Q = K \sqrt{S_f} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

$$K = \frac{1}{n} AR^{2/3} \quad (\text{Ec. 2.17})$$

Donde:

R: radio hidráulico (m).

n: coeficiente de rugosidad de Manning.

K: transporte ($m^{5/3}$).

S_f : pendiente de fricción promedio entre secciones transversales.

El radio hidráulico es calculado dividiendo el área de la sección transversal entre el perímetro mojado. El coeficiente de Manning es un parámetro que mide los efectos de la rugosidad del canal sobre el cual se desarrolla el flujo. Los valores del coeficiente de Manning varían según el terreno del canal, algunos valores típicos son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2.3

COEFICIENTES DE MANNING PARA CANALES ABIERTOS

Tipo de Canal	Valor
Concreto pulido	0.012 – 0.013
Concreto frotachado	0.013 – 0.016
Grava firme	0.02
Cauce natural	0.035
Cauces montañosos	0.04 – 0.05

FUENTE: HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS – VEN TE CHOW

El transporte total de una sección transversal es la sumatoria del transporte obtenido en cada subdivisión de la sección transversal (terrazza izquierda, canal principal y terraza derecha), aplicando la ecuación (2.16).

Con el flujo y el transporte conocidos, la pendiente de fricción promedio entre dos secciones transversales consecutivas puede ser calculada:

$$\bar{S}_f = \left(\frac{Q_1 + Q_2}{K_1 + K_2} \right)^2 \quad (\text{Ec. 2.18})$$

Cuando la ecuación de Manning es aplicada a flujo uniforme, la pendiente de fricción promedio es reemplazada por la pendiente del fondo del canal (S_0).

2.2.1 ECUACIÓN DE ENERGÍA

Para flujo de canales abiertos, la energía total por unidad de peso tiene tres componentes: elevación, presión y velocidad.

$$H = Z + Y + \frac{\alpha V^2}{2g} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

Donde:

H: energía (m).

Z: cota del terreno (m).

Y: presión / altura de agua (m).

α : coeficiente de velocidad.

Para una elevación de superficie de agua dada, la velocidad media es obtenida por el cálculo basado en la geometría del canal, coeficientes de expansión y contracción, y obstrucciones en el flujo como puentes y estribos, la velocidad del flujo puede variar de una a otra sección. El coeficiente de velocidad (α) corrige el error ocasionado por usar la velocidad promedio en lugar de una distribución de velocidades. La magnitud del coeficiente de velocidad depende del tipo de canal. Algunos valores típicos son mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 2.4

COEFICIENTE DE VELOCIDAD α

Tipo de Canal	Valor de α		
	Mínimo	Promedio	Máximo
Canales regulares	1.10	1.15	1.20
Cauce natural	1.15	1.30	150
Ríos bajo cobertura glacial.	1.20	1.50	2.00
Valles de ríos inundados.	1.50	1.75	2.00

FUENTE: HIDRÁULICA DE CANALES ABIERTOS – VEN TE CHOW

Basada en los parámetros de la ecuación de la energía la elevación de la superficie de agua es la suma de “Y” y de “Z”. La variación de la energía entre dos secciones transversales consecutivas es igual a la pérdida de carga:

$$H_2 = H_1 + h_L \quad (\text{Ec. 2.20})$$

Donde:

H_1 : energía en la sección transversal 1 (m).

H_2 : energía en la sección transversal 2 (m).

h_L : pérdida de energía (m).

La energía perdida entre las dos secciones transversales es la suma de la pérdida por fricción y la pérdida por contracción / expansión. La pérdida por fricción resulta del esfuerzo cortante entre el agua y el fondo del canal y las terrazas.

$$h_f = LS_f \quad (\text{Ec. 2.21})$$

Donde:

h_f : pérdida por fricción (m).

L: distancia entre las secciones transversales (m).

La pérdida por contracción / expansión puede ocurrir durante la formación de remolinos o donde quiera de haya una contracción o expansión del canal.

$$h_0 = C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (\text{Ec. 2.22})$$

Donde:

h_0 : pérdida por contracción / expansión.

C: coeficiente de contracción / expansión.

Los valores típicos para los coeficientes de contracción y expansión para flujo subcrítico son mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 2.5
COEFICIENTES DE CONTRACCIÓN Y EXPANSIÓN PARA FLUJO
SUBCRÍTICO

Tipo de Canal en transición	Contracción	Expansión
Ninguna	0.0	0.0
Gradual	0.1	0.3
Sección típica de puentes	0.3	0.5
Abrupto	0.6	0.8

FUENTE: Manual de Referencia Hidráulica HEC – RAS; octubre, 2002.

HEC – RAS versión 3.1.1

HEC – RAS, siglas en inglés de Sistema de Análisis de Ríos, es un modelo hidráulico desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidráulica del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos. En 1964, este centro de investigación, lanzó el HEC – 2, modelo de cálculo para ayudar a los ingenieros hidráulicos en el análisis de canales naturales y la determinación de su llanura de inundación. HEC –2 rápidamente llegó a ser el programa de análisis hidráulico estándar, y sus capacidades fueron expandiéndose hasta proporcionar análisis incluyendo puentes, alcantarillas, etc., las últimas versiones de este programa pueden operar en computadoras personales (entorno DOS) y estaciones de trabajo.

Con el avance de la tecnología y el uso del Sistema Operativo “*Windows*”, en 1990, el Centro de Ingeniería Hidráulica - HEC lanzó una versión de HEC – 2 compatible con “*Windows*” llamada Sistema de Análisis de Ríos (RAS). HEC – RAS posee una interfase gráfica, muchos de los algoritmos incluidos en este programa fueron derivados del HEC – 2.

HEC – RAS es un modelo unidimensional de flujo permanente, proyectado para el cálculo de la superficie de agua. El sistema es capaz de modelar flujos subcrítico y supercrítico para sistemas dendríticos, o tramos simples. Los resultados del modelo son generalmente aplicados en el manejo de llanuras de inundación y para estudios de seguros contra inundaciones para evaluar los efectos causados por este fenómeno natural.

Parámetros del HEC –RAS

HEC – RAS usa como parámetros de entrada para el análisis hidráulico la geometría del canal y datos de flujo. Éstos son usados para establecer una serie de secciones transversales a lo largo del río. Cada sección se divide en tres tramos por defecto: izquierdo, canal principal y derecho. HEC – RAS subdivide la sección transversal de esta forma, debido a sus diferencias en los parámetros hidráulicos, como por ejemplo el perímetro mojado en aliviadero de crecidas es mucho más alto que en el canal central, luego las fuerzas de fricción entre el agua y el fondo del canal tiene una gran influencia en el flujo de la zona del aliviadero de crecidas, permitiendo valores muy bajos en el coeficiente de Manning. Como resultado, la velocidad del flujo y transporte son substancialmente más altas en el canal central que en el aliviadero de crecidas. Es posible dividir cada sección en más tramos si fuera necesario.

Ingreso de Datos Básicos

- ❖ **Datos Geométricos**
 - ✓ Esquema del Sistema del Río.
 - ✓ Secciones Transversales.
 - ✓ Distancias entre Secciones Transversales.
 - ✓ Rugosidad del cauce y los bancos.
 - ✓ Coeficientes de contracción y expansión.
 - ✓ Localización de las uniones de otros ríos al principal (si existieran).
 - ✓ Localización de puentes, alcantarillas, diques (si hubieran).

- ❖ Datos de Flujo Regular
 - ✓ Caudal de diseño.
 - ✓ Régimen del flujo.
 - ✓ Condiciones de borde.
 - ✓ Pendiente aguas arriba y aguas abajo del río.

Determinación del Perfil de Flujo: Método Estándar por Etapas

Para determinar el perfil de agua (al ocurrir la avenida de diseño), se tiene las siguientes consideraciones del comportamiento hidráulico.

El flujo gradualmente variado, es el flujo permanente cuya profundidad varía gradualmente a lo largo de la longitud del río. Este tipo de flujo, significa dos condiciones:

- ❖ Que el flujo es permanente; es decir, que las características hidráulicas del flujo permanecen constantes en el intervalo de tiempo en consideración.
- ❖ Que las líneas de corriente son prácticamente paralelas, es decir, que la distribución hidrostática de la presión prevalece sobre la sección del canal.

Existen varios métodos para calcular el perfil de flujo de un canal no prismático, el más utilizado es el Método Estándar por Etapas, este método se utiliza para determinar el perfil de un flujo gradualmente variado en canales no prismáticos. El método consiste en calcular el perfil por etapas, de estación en estación donde las características hidráulicas hayan sido determinadas. La distancia entre estaciones es conocida, y se procede a determinar la profundidad de flujo por tanteos.

Si referimos la superficie de agua a un nivel de referencia como se muestra en la figura N°2.1 se tiene que:

$$Z_1 = S_0 \Delta x + y_1 + z_2 \quad (\text{Ec. 2.23})$$

$$Z_2 = y_2 + z_2 \quad (\text{Ec. 2.24})$$

La pérdida por fricción es la expresada por la Ecuación (2.21).

La pérdida por transición está expresada por la Ecuación (2.22).

De aquí se tiene que:

$$Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + h_f + h_e \quad (\text{Ec. 2.25})$$

Las alturas totales en las secciones están dadas por la Ecuación (2.19).

Entonces la ecuación (2.25) queda resumida a la ecuación (2.20).

El proceso de cálculo consiste en:

1. La elevación del flujo y la descarga es conocida en la sección 1.
2. La altura de energía es calculada conociendo la geometría de la sección y la ecuación (2.23).
3. La geometría de la sección 2 es conocida así como la distancia entre las secciones.
4. Se asume una elevación de la cota de agua de la sección 2 y se calcula los valores del área y radio hidráulico.
5. Se calcula la pérdida por fricción.
6. Se calcula la altura de velocidad.
7. Se calcula las otras pérdidas por transiciones si las hubiera.
8. Se calcula la diferencia de energía entre las secciones 1 y 2.
9. La cota de la línea de energía en la sección 2 se calcula como la suma de la cota de la línea de energía de la sección 1 más la diferencia de energía calculada en el paso anterior.
10. Se compara el resultado del Paso 9 con la altura de energía asumida en el Paso 4.
11. Si el error no es aceptable se procede a asumir otra cota de agua.

MÉTODO ESTÁNDAR POR ETAPAS

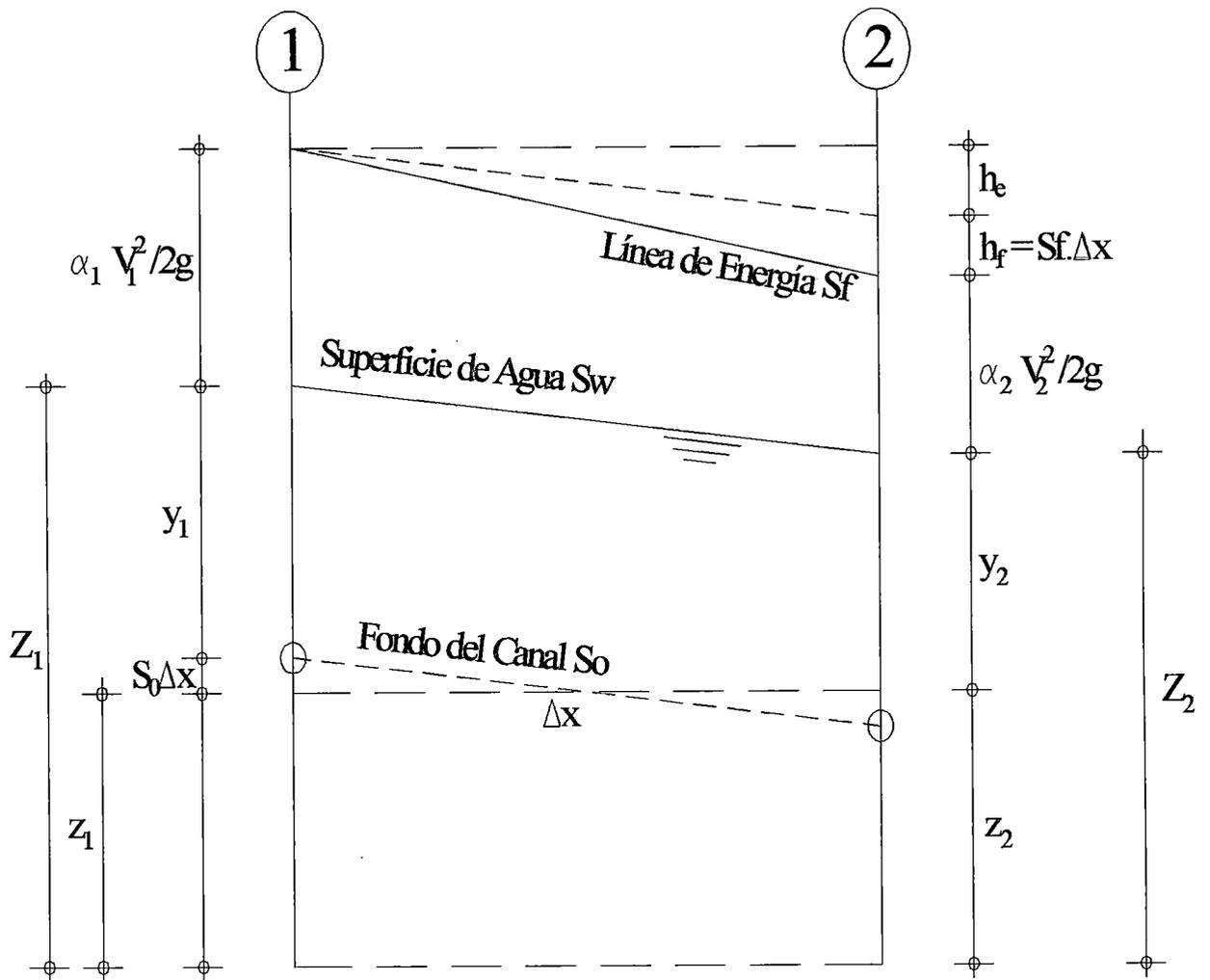


FIGURA 2.1

Aplicación de HEC – RAS 3.1.1

Calcula los perfiles de superficie de agua de una sección transversal a la próxima sección resolviendo la ecuación de energía con un procedimiento iterativo llamado: **Método Estándar por Etapas**.

Con el propósito de automatizar el proceso de zonificación y mapeo de las llanuras de inundación, utilizamos un Sistema de Información Geográfico – SIG, el cual asigna coordenadas a los resultados obtenidos del análisis hidráulico con HEC – RAS.

VENTANA PRINCIPAL DEL PROGRAMA HEC – RAS versión 3.1.1

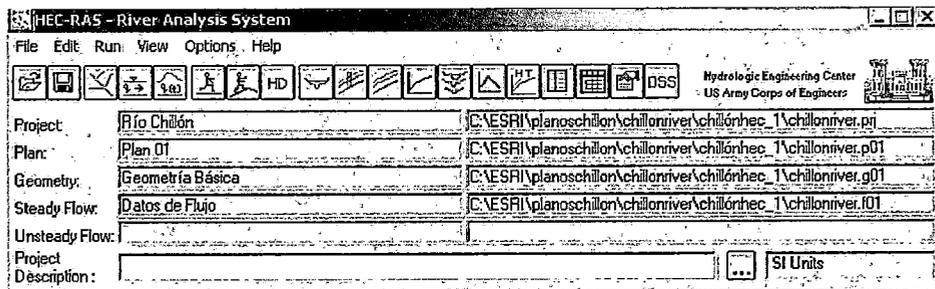


FIGURA 2.2

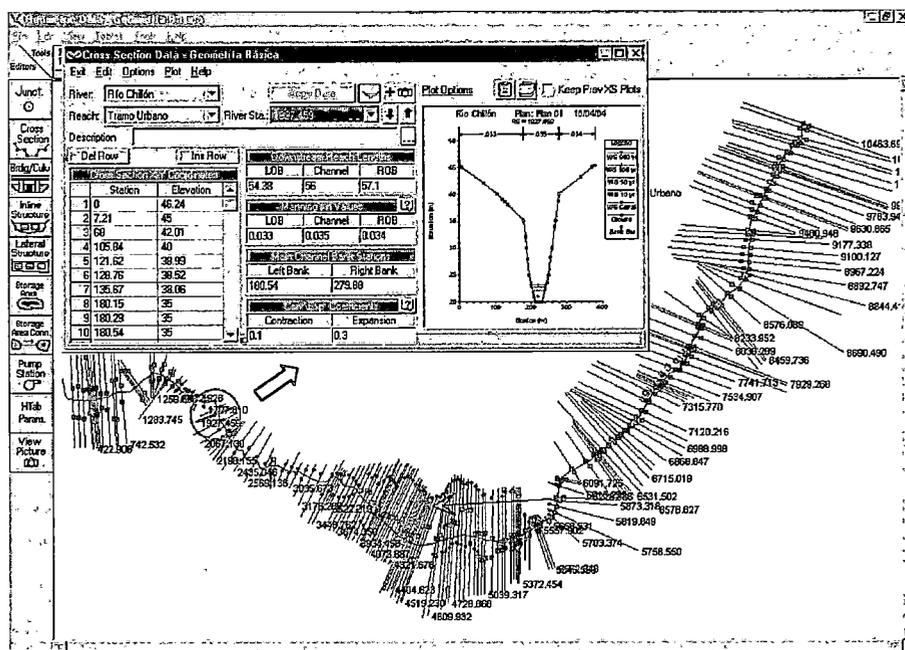


FIGURA 2.3 GEOMETRÍA BÁSICA Y SECCIONES TRANSVERSALES

2.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO COMO HERRAMIENTA

El concepto de Sistema de Información Geográfica (SIG) no es nuevo. Fue conceptualmente aplicado para identificar cambios al hacer análisis simultáneo de mapas producidos en diferentes fechas sobre el mismo tema.

Los SIG son definidos como sistemas computarizados que utilizan información espacial del medio ambiente; capaces de ensamblar, almacenar, manipular y proveer información geográficamente referenciada, para generar modelos reales o hacer simulaciones de la realidad, plantear soluciones o investigar situaciones específicas; permitiendo de ese modo tomar decisiones en la investigación y manejo (USGS, 1998).

Originalmente desarrollado como una herramienta para cartografía, el SIG ha ganado recientemente uso en diseños de ingeniería y análisis, especialmente en los campos de calidad de agua, hidrología e hidráulica.

El SIG proporciona un ambiente en el cual se yuxtaponen capas de datos, además se pueden crear nuevos datos espaciales.

Los resultados pueden ser digitalizados, mapeados y tabulados, facilitando el análisis eficiente y la toma de decisiones. Estructuralmente, el SIG consiste de un ambiente de cómputo que une elementos gráficos (puntos, líneas, polígonos) con el atributo tabular asociado. Esta característica de los SIG aparta de ambas computadoras el diseño del software (representación geográfica) y bases de datos (descripción tabular de datos). Para el ejemplo, en una vista del SIG la malla del río, representa los elementos gráficos del lugar y la forma del río, donde los atributos pueden describir el nombre del río, longitud y proporción de flujo. Esta relación entre cada cualidad y su atributos asociados hacen del SIG un ambiente único.

El progreso de la tecnología, permite el examen frecuente de grandes áreas, a bajo costo y con una creciente cantidad de datos. La digitalización, manipulación de información, interpretación y reproducción de mapas, son pasos en la generación de un SIG que ahora se pueden dar rápidamente.

Hay muchos tipos de SIG, algunos más apropiados que otros para estudios hidráulicos e hidrológicos y para el manejo de amenazas naturales. En el nivel más elemental, hay muchas técnicas manuales sencillas para superponer transparencias de mapas. Sin embargo, la cantidad de información que se necesita para el manejo de las amenazas y la planificación del desarrollo puede ser tan abundante que es casi imposible manejarla manualmente.

Entre los SIG computarizados, aquellos basados en una computadora personal son más manipulables y relativamente sencillos de operar. Tienen capacidad para generar mapas a diferentes escalas y tabular información adecuada para análisis repetitivo, diseño de proyectos y toma de decisiones. Un SIG en una PC puede producir mapas de calidad cartográfica o con suficiente detalle para diseños de ingeniería, esto es lo más efectivo para los grupos de planificación encargados de analizar temas de amenazas naturales en los proyectos integrados de desarrollo.

Definición

Algunos autores definen al SIG, de esta forma:

- ❖ “Un sistema computarizado que permite la entrada, almacenamiento, representación y salida eficiente de datos espaciales (mapas) y atributos descriptivos de acuerdo a especificaciones y requerimientos concretos”. (Valenzuela 1 989).
- ❖ “Un SIG, es un soporte en la toma de decisiones, que involucra la integración de datos espacialmente referenciados, para la solución de problemas del medio ambiente”. (Cowen 1 988).
- ❖ “Un SIG es un poderoso conjunto de herramientas para obtener, almacenar, buscar en todo momento, transformando y desplegando datos espaciales del mundo real para satisfacer un propósito o conjunto de propósitos dados” (Burrough 1 986).
- ❖ “Un SIG no es un campo en si mismo, si no más bien la base común entre procesos de información y los campos que utilizan técnicas de análisis espacial” (Tomlinsom 1 972).

Se puede observar que con el transcurso de los años, las definiciones del Sistema de Información Geográfica, van orientándose de acuerdo a su dinámica conceptualización y al avance tecnológico de los computadores. Pero se ve que todas ellas tienen énfasis hacia el tema tecnológico y el de análisis. Tendientes ambos al logro de un fin común como es el de ayudar y asistir en la toma de decisiones para un ámbito dentro del concepto de desarrollo y mitigación de desastres naturales.

ESTRUCTURAS DE DATOS

Los datos geográficos manejados por un SIG en computadora son ordenados y descritos por una de las tres estructuras o modelos de datos siguientes:

a) **VECTOR**: los datos de vectores son una traducción más aproximada al mapa original. Estos sistemas refieren toda la información como puntos, líneas o polígonos y asignan un conjunto único de coordenadas (X (este); Y (norte)). Una línea es definida por un conjunto de puntos en el cual los puntos inicial y final son llamados nodos y los intermedios vértices (Smith, 1995); una línea recta consiste sólo de dos nodos y ningún vértice, mientras que una línea curva consiste de dos nodos y un número variable de vértices. Tres o más líneas conectadas forman un área cerrada que define un polígono.

La representación mediante esta estructura de datos es típicamente usada para modelos lineales (carreteras, lagos, etc.), mapas cartográficos y procesos de modelamiento variables en el tiempo.

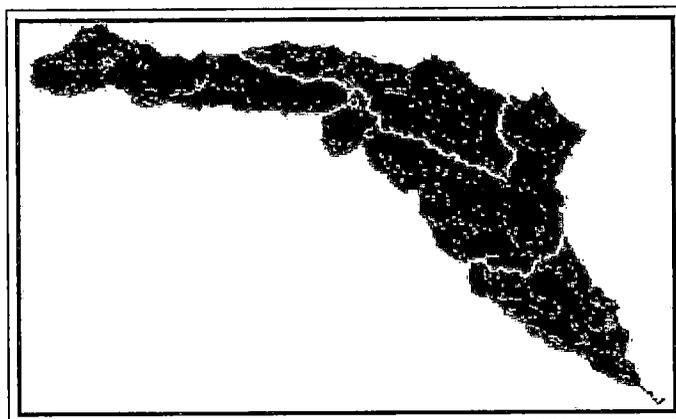


Fig. 2.4 REPRESENTACIÓN DE DATOS TIPO VECTOR

b) *RASTER*: es una de las más simples estructuras de organización celular de datos espaciales. La estructura de datos raster consiste en una malla rectangular de puntos unidos con líneas creando una grilla con celdas cuadradas de tamaño uniforme. Cada celda es asignada con un valor numérico que define la condición del espacio deseado, variedad y cantidad (Smith, 1995). Las Grillas son la base del análisis en el raster SIG, y son típicamente usadas para modelos de estado espacial permanente representando dos dimensiones de superficie.

78	72	69	71	58	49
74	67	56	49	46	50
69	53	44	37	38	48
64	58	55	22	31	24
68	61	47	21	16	19
74	53	34	12	11	12

Fig. 2.5 MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL DE DATOS TIPO RASTER

COMPARACIÓN ENTRE ESTRUCTURAS DE DATOS

Es importante conocer las ventajas y desventajas del modelo raster, de este modo podremos trabajar mejor según la información espacial tratada.

Los modelos raster son generalmente bien usados cuando la información geográfica de interés es la variabilidad espacial de un fenómeno; para el análisis de redes es mejor el uso de modelos vectores.

**Tabla 2.6
MODELO RASTER**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> - Estructura de datos simple. - La superposición de capas y combinación de datos mapeados con sensores remotos es fácil. - La variedad de tipos de análisis son sencillos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los lazos entre las mallas son difíciles de establecer. - Errores en estimación de perímetros y forma.

<ul style="list-style-type: none"> - La simulación es sencilla porque cada unidad espacial tiene la misma forma y tamaño. - Tecnología de bajo costo. - Los mismos juegos de celdas son usados por varias variables. - Simplifica tus propios programas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los mapas son usualmente menos atractivos visualmente. - La transformación de proyecciones consumen tiempo.
--	--

FUENTE: INTRODUCCIÓN AL USO DEL SIG PARA PRÁCTICAS HIDROLÓGICAS – UNESCO.

c) *TIN – MALLA DE TRIANGULACIÓN IRREGULAR*: un TIN es una malla triangular construida sobre coordenadas (x, y, z) localizando un juego de datos. Para formar un TIN, se debe establecer primero un perímetro alrededor de los datos, llamado cáscara convexa. Los triángulos son creados conectando los puntos interiores con todos los ángulos interiores tan cerca como sea posible (equiangular), este proceso se llama Triangulación de Delaunay. Para incluir la dimensión de altura (z) para cada vértice del triángulo, éstos pueden levantarse e inclinarse formando un plano. La colección de todos los planos triangulares forman una representación de la superficie del terreno en un grado considerable de detalle. Los triángulos del TIN son pequeños donde la superficie de la tierra es compleja y detallada, como los cauces del río, y más grande en zonas planas o donde la pendiente es moderada.

Los datos de elevación adicionales, tales como las cúspides, depresiones y líneas de descanso pueden ser incluidos en el modelo de TIN. Las líneas de descanso representan rasgos del terreno significantes como arroyos o caminos que son indicativos de un cambio de pendiente; los triángulos del modelo TIN no cruzan las líneas de descanso. Para la representación de superficies tridimensionales el modelo TIN es generalmente el preferido para los modelos de datos SIG.

Algunas razones por las cuales el modelo TIN es preferido incluyen lo siguiente:

- ❖ Requiere un número de puntos menor que una grilla para representar la superficie del terreno con igual exactitud.
- ❖ Puede ser rápidamente adaptado a variables complejas de terreno.

- ❖ Soporta puntos, líneas y polígonos.
- ❖ Los datos de entrada originales son mantenidos en el modelo y considerados en el análisis.

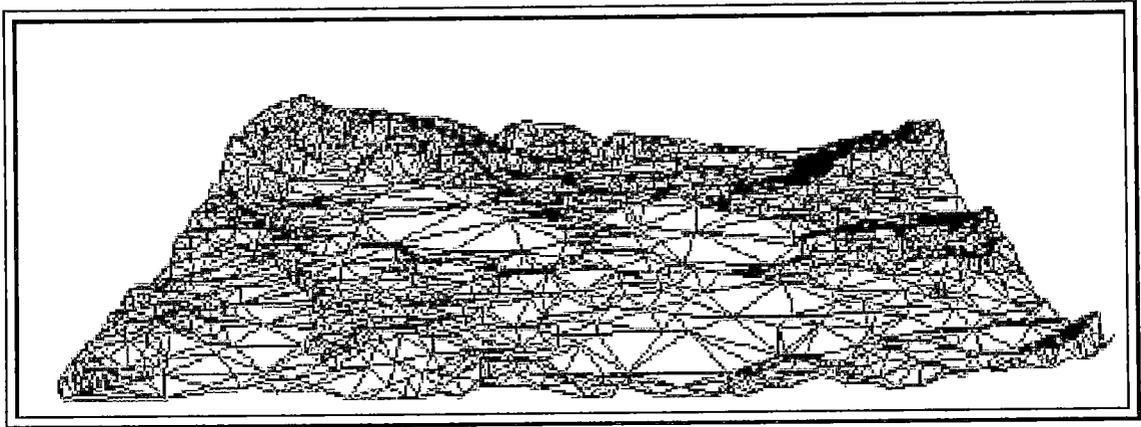


Fig. 2.6 REPRESENTACIÓN DE SUPERFICIE DE TERRENO EN FORMATO TIN

ARCVIEW SIG versión 3.2

El ArcView SIG es un software, desarrollado por el Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI, siglas en inglés), fue usado como el ambiente en el cual se desarrolló y calculó esta investigación.

En estos últimos años, ArcView ha emergido como una industria líder en software SIG. Todas las actividades en ArcView son organizadas como proyecto, el cual puede poseer un número de vistas, tablas, cuadros estadísticos, salidas de impresión y scripts (Maidment, 1998).

Los archivos creados en ArcView son llamados “*projects*” y son denotados por la extensión “.*apr*”. Mientras que los archivos que contienen datos tipo vector son llamados “*shapefiles*”.

Las funciones de ArcView incluyen: abrir los *shapefiles* en una vista, ver y editar los atributos de las tablas relativas a la vista seleccionada, plotear cuadros, abrir información espacial y creación de salidas de impresión de la vista y/o tablas o cuadros relativos.

Para el manejo y análisis de datos tipo *RASTER* o *TIN*, es necesario contar con las extensiones especializadas del programa ArcView.

La extensión “*Spatial Analyst*” esta diseñada para la creación, interrogación, mapeo y análisis de datos tipo RASTER, mientras que la extensión “*3D Analyst*” es proyectada para la creación, análisis y visualización de datos tipo TIN o vectores tridimensionales (ESRI, 1999). En el ambiente ArcView los datos pueden ser manipulados usando scripts, desarrollados con el lenguaje de programación “*Avenue*”.

HEC – GeoRAS para ARCVIEW SIG versión 3.1

Esta es una extensión especializada para resolver el problema de interfase entre el HEC – RAS y el ArcView, se encarga de crear los archivos “*shapefile*”, necesarios para el análisis hidráulico, (stream.shp; banks.shp; flowpaths.shp; xscutlines.shp); y exportarlos al programa de análisis de ríos.

Su otra función es importar la línea de inundación hallada en el HEC- RAS, para analizar los resultados obtenidos.

2.3.1 Adquisición y Manejo de Datos

- a) **Ingreso de Datos** : el ingreso de datos se refiere a todas las operaciones por medio de las cuales los datos espaciales de mapas y otras fuentes son convertidos a un formato digital. Entre los diferentes dispositivos generalmente utilizados para esta operación están los teclados, digitalizadores y terminales interactivos. La digitalización es la mejor opción de ingreso de datos, debido su costo relativamente bajo, eficiencia y facilidad de operación.

Se deben ingresar dos tipos de datos al Sistema de Información Geográfica (SIG): referencias geográficas y atributos. Los datos de referencias geográficas son las coordenadas (en término de latitud y longitud o columnas y líneas) que fijan la ubicación de la información que se está ingresando. Los datos de atributos asignan un código numérico a cada casilla o conjunto de coordenadas y a cada variable, sea para representar

los valores actuales o para connotar tipos de datos categóricos (usos del suelo, tipo de vegetación, etc).

La rutina de ingreso de datos requiere una cantidad considerable de tiempo, para cualquiera de los dispositivos utilizados (teclado manual, digitalización, etc).

b) **Almacenamiento de datos:** se refiere al modo como los datos espaciales son estructurados y organizados dentro del SIG, de acuerdo a la ubicación, interrelación y diseño de atributos.

c) **Manipulación y Procesamiento de Datos:** la manipulación y procesamiento de datos se hace para obtener información útil de los datos previamente ingresados al sistema. La manipulación de datos abarca dos tipos de operaciones:

- ❖ Operaciones para eliminar errores y actualizar conjuntos de datos actuales.
- ❖ Operaciones que hacen uso de técnicas analíticas para dar respuesta a preguntas específicas formuladas por el usuario.

El proceso de manipulación puede ser desde una simple sobreposición de dos o más mapas, hasta una extracción compleja de elementos de información dispares, de una gran variedad de fuentes.

d) **Producción de datos :** la producción de datos se refiere a la exhibición o presentación de datos empleando formatos comúnmente utilizados incluyendo mapas, gráficos, informes, tablas y cartas, sea en forma impresa o como imagen en pantalla, o como un archivo de texto trasladable a otros programas de cómputo para mayor análisis.

ELEMENTOS DE UN SIG

a) Componentes, equipos y programas de computación : los equipos en una estación básica de trabajo SIG consisten de :

- ❖ Una unidad central de procesamiento (CPU) donde se realizan todas las operaciones, controla los periféricos que son necesarios para manejar flujo de datos a través del sistema, además de ejecutar operaciones matemáticas.
- ❖ Un digitalizador, que consiste de una mesa donde los datos analógicos se convierten a formato digital.
- ❖ Un teclado por medio del cual se ingresan instrucciones y comandos así como datos.
- ❖ Un Disco Duro, que provea espacio para almacenamiento de datos y programas.
- ❖ Una impresora o graficadora para producir copias impresas de los productos deseados.

b) Usuarios y sus necesidades: los encargados del modelo deben evaluar las necesidades y las aplicaciones del SIG, antes de tomar la decisión de adquisición e instalación.

Es posible que los costos de un SIG excedan los beneficios para un determinado proyecto, en tal circunstancia es recomendable determinar un SIG de acuerdo a los recursos disponibles.

c) Información y fuentes de información: los mapas de referencias generales y la información sobre peligros naturales y recursos naturales deberían formar una "biblioteca de conocimientos" para cualquier SIG. Virtualmente todos los países tienen mapas topográficos, mapas de carreteras, mapas generalizados de suelos, algún tipo de información climática y, por lo menos, el componente de ubicación respecto a los peligros naturales (áreas potencialmente inundables, áreas de frecuentes deslizamientos de tierras, áreas de anteriores tsunamis, etc.). Los datos de

lugares de peligros naturales pueden ser compatibilizados en un SIG con información previamente obtenida respecto a recursos naturales, poblaciones e infraestructura, a fin de proporcionar lo necesario para una evaluación preliminar de los posibles impactos de eventos naturales.

El principal valor de un SIG está en poder procesar y analizar cantidades de datos que resultan excesivos para el manejo manual.

2.3.2 Creación de Modelos de Elevación Digital - DEM

Un Modelo de Elevación Digital (DEM) es un arreglo ordenado de números que representan la distribución espacial de elevaciones sobre datos arbitrarios en una ladera¹. Describe la elevación de cualquier punto en un área dada en formato digital y contiene información.

Un modelo digital de terreno (DTM) incluye la distribución espacial de los atributos del terreno. Un DTM es un mapa topográfico en formato digital, que consiste no sólo de un Modelo de elevación digital, sino también del tipo de uso del suelo, tipo de las líneas de drenaje, etc.

Los límites de los polígonos, formados por los datos de terreno, que poseen valores con atributos asociados, pueden ser guardados digitalmente, sin embargo las unidades no constituyen un modelo capaz de ser manipulado.

Generalmente asociado con la superficie del terreno un DEM puede también describir una superficie de “agua subterránea”, fondo de agua; o la configuración de la zona baja de un acuífero.

La Estructura de los DEM

Varias estructuras de datos son usados por los DEMs, cada una con sus propios méritos y limitaciones. No hay una estructura que pueda satisfacer todos los requerimientos, mucho dependerá del propósito y también de las facilidades del cálculo disponibles.

¹ Moore et al. 1993

Las estructuras básicas son: la línea modelo, la malla de triangulación irregular (TIN) y la malla de celdas (RASTER), las dos últimas ya fueron explicadas anteriormente.

Línea Modelo

La línea modelo describe la elevación del terreno por contornos (almacenados como Gráficos de Líneas Digitales, DGLs); el par de coordenadas x e y cambia a lo largo de cada contorno que posee una elevación específica.

Las operaciones típicas de SIG basados en la línea modelo son superponer los contornos en mapas temáticos o clasificaciones por sensores remotos. Esta segmentación, puede ser hecha en base a la altitud.

Los contornos pueden ser apreciados en tres dimensiones y los índices topográficos calculados posteriormente.

Una forma especial de líneas modelo consiste de contornos ortogonales, éstos describen ejes de ríos, con ventajas obvias para el modelamiento de escorrentía superficial.¹

Los DLGs (siglas en inglés), son derivados de la digitalización de contornos de un plano topográfico, a menudo son el único recurso disponible de datos para la creación de modelos de elevación de celdas cuadradas. De aquí una DLG puede servir como un producto intermedio temporal.

Adquisición de Datos de un DTM

La calidad del DTM y sus derivados generalmente dependen más de la calidad de los datos de entrada que del tipo de estructura de datos y algoritmo de interpolación. Existen los siguientes recursos para datos de elevación digital:

❖ Inspección del Terreno

Este conjunto de datos están a menudo restringidos a grandes escalas de mapas topográficos, tal como lugares contaminados, reservorios planificados, y superficies de “agua subterránea”.

¹ Moorey; Grayson – 1 991.

La calidad de estos datos es buena, con algunas excepciones desafortunadas para niveles de “agua subterránea”.

❖ **Métodos fotogramétricos basados en estereo fotografía aérea**

El DTM puede ser generado por planos de terreno análogos o analíticos o usando fotografía aéreas. Son preferibles éstas últimas por su flexibilidad en el muestreo. Es posible realizar una restitución fotogramétrica utilizando estereoscopios computarizados y con la ayuda de programas desarrollados para este propósito; realizando la corrección por paralaje respectiva.

❖ **Generación automatizada de DEM de imágenes satelitales y radar**

Los DEM, pueden ser generados teniendo como base la información recibida de los satélites. Esta proviene en forma de imágenes en donde el principal problema es la corrección por paralaje. En este tipo de imagen la corrección debe ser efectuada con mayor precisión y cuidado que en las fotografías aéreas debido a la altura de la cual es tomada la imagen. La iluminación en la zona analizada suele ser una de las mayores dificultades, ya que las sombras pueden incurrir en errores.

❖ **DEM derivado de la digitalización de contornos y puntos de mapas topográficos**

El método más común de adquirir datos de elevación en formato digital raster es a menudo la menos exacta, llama digitalización de contornos de un mapa topográfico y aplicando un método de interpolación para transformar los datos contorno de un DEM. El método de obtención de un DEM descrito abajo, generalmente usa un programa especial, un hardware y operador capacitados.

Una de las razones de la calidad limitada es el muestreo desfavorable en los contornos. A lo largo de los contornos la densidad de los puntos es alta y aún así no todos los puntos son digitalizados, no existe información en los espacios entre contornos. Otra razón es la cantidad de

errores en los contornos del mapa, no sólo los errores originales de la fotogrametría, si no también los errores de operación cartográfica en la preparación del mapa e impresión. Una tercera razón es la calidad de digitalización y los errores de conversión. Finalmente, el método de interpolación disponible o elegida puede no ser la mejor para crear un DEM de este grupo de datos.

Es evidente que donde sea posible deben ser añadidos puntos entre los contornos a lo largo del esqueleto de líneas, especialmente a lo largo de las líneas de drenaje y sus zonas aledañas, de este modo pueden mejorarse los niveles de resultados obtenidos.

Interpolación

Los métodos automatizados basados en estereo comparación son usados para zonas de superficie continua, en forma discreta. Otras formas de entrada de datos consisten de muestras de datos y requieren ser interpolados para obtener una superficie continua, es el caso de estructuras de grillas o triangulación (TIN).

El método de triangulación generalmente comienza con un punto, pero hay programas que usan contornos digitalizados o grillas como datos de entrada.

Los datos de estructura TIN implican superficies continuas de caras triangulares.

Algunos modelos de agua subterránea usan una estructura TIN porque resulta conveniente para métodos de elementos finitos. Sin embargo la mayoría de esquemas de interpolación que son usados para reconstrucción de distribución de puntos tiene una estructura de celda.

Otra información importante para los modelos de agua subterránea como son cobertura de suelo, están usualmente disponible en forma raster. Es muy ventajoso poseer una relación de conversión de datos tipo vector a *TIN* o *RASTER*.

Cada método de interpolación tiene sus ventajas y debilidades. Con una malla muy densa de puntos de entrada cualquier esquema de interpolación creará una reconstrucción de superficie bastante aceptable. Sin embargo, algunos métodos

requieren un tiempo de procesamiento bastante prolongado, lo cual puede ser muy desventajoso.

Diferentes técnicas de interpolación pueden ser aplicadas a un estudio de agua subterránea. El agua subterránea puede ser interpolada usando un esquema conveniente de reproducción de superficies continuas, seleccionando un Modelo Gaussiano o utilizando un polinomio de tercer grado. La zona baja de un acuífero puede ser determinado usando un método ligeramente distinto, dependiendo de la naturaleza de los datos sub - superficiales y si hay cambios conocidos en la superficie.

Fig. 2.7.1: El DTM puede ser generado a partir de fotografías aéreas, realizando la corrección por paralaje respectiva.

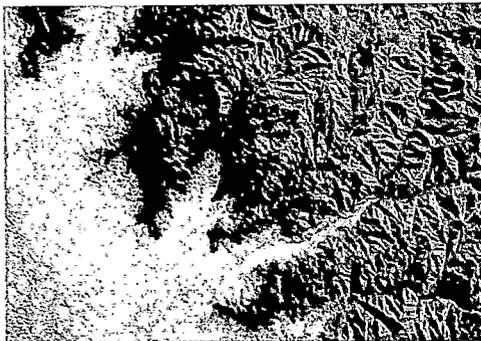
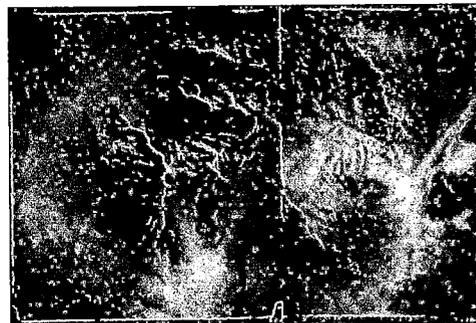


Fig. 2.7.2: La creación de un DTM a partir de una imagen satelital puede tener errores debido a la nubosidad y la iluminación.

Fig. 2.7.3: Los DTM creados a partir de contornos de mapas topográficos es el método más común de adquisición de datos.

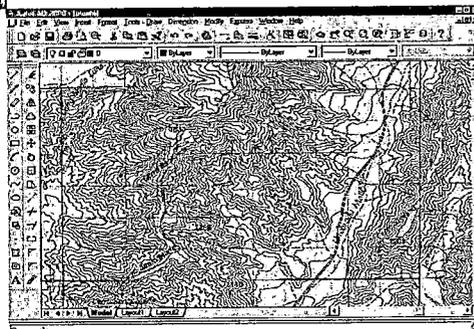


Fig. 2.7 ADQUISICIÓN DE DATOS PARA CREACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DE TERRENO - DTM

CAPITULO III

ELABORACIÓN DE MAPAS DE AMENAZA

3.1 CRITERIOS DE DELINEACIÓN DE PLANICIES DE INUNDACIÓN

En nuestra ciudad existe una gran extensión de áreas sujetas a inundaciones periódicas o inadecuadamente protegidas contra las mismas (caso de la urbanización San Diego) y cuya ocupación da como resultado la pérdida de vidas, propiedades públicas y privadas, salud, seguridad, interrupción de comercios y servicios, etc.

La Ley de Aguas peruana del año 1969 establece un área intangible llamada franja marginal, zona que pertenece al río y a su planicie de inundación, sin embargo esta delimitación es cualitativa y no define un caudal específico que demarque los límites específicos de ésta.

Debido al vacío en nuestra legislación, se ha visto por conveniente revisar legislaciones de otros países y adecuarlas a nuestra realidad. La Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos de América (FEMA, siglas en inglés), determina para las zonas pobladas un área de peligro especial de inundación y lo define como el espacio de territorio en la llanura de inundación comúnmente sujeto al 1% o más de probabilidad de inundación, el grado de protección contra inundación mencionado anteriormente es considerado razonable con propósitos de regulación y está basado en consideraciones científicas e ingenieriles. Haber realizado la delimitación de áreas inundables siguiendo las consideraciones del FEMA no implica que los territorios fuera del área de peligro especial de inundación estarán libres de inundaciones o daños causados por las mismas, por lo contrario este valor debe ser considerado como requerimiento mínimo¹.

¹ GENERAL PROVISIONS, DEFINITIONS AND APPLICABILITY AND REGULATIONS; FEMA; capítulo 7, artículo 8, parte 1.

Para realizar la delimitación anterior en una estación cercana a la zona de estudio se escogen los caudales correspondientes a los máximos instantáneos anuales y se halla el caudal cuyo periodo de retorno es 100 años. La avenida de 500 años también se utiliza para delinear límites de inundación.

Con el caudal correspondiente al periodo de retorno de 100 años, se calculan los niveles de inundación utilizando un programa que calcule las curvas de remanso y se ubican los límites de inundación del terreno.

Posteriormente se unen los puntos que forman la superficie del agua y se superpone al plano del terreno. La intersección de la superficie del agua con la superficie del terreno constituye los límites de inundación. Se puede utilizar un Sistema de Información Geográfico para crear capas que representen la superficie del agua¹.

Los mapas de inundación pueden mostrar inundaciones históricas de mayor extensión que las producidas por el caudal cuyo periodo de retorno es 100 años. Las áreas inundadas dentro de este periodo de retorno no deben utilizarse para edificaciones permanentes o de vital importancia como lo son: viviendas, centros de salud, centros educativos, comerciales industrias, etc.

Para la aplicación de la metodología de elaboración de mapas de amenaza de inundación se utilizará la planicie de inundación perteneciente al periodo de retorno de 100 años (probabilidad 1%), sin embargo es necesario la determinación del periodo de retorno recomendable para la determinación de la franja marginal, teniendo en cuenta para cada río sus características y registros de inundaciones históricas.

¹ CRITERIOS DE DELINEACIÓN DE PLANICIES DE INUNDACIÓN – Notas del Curso Plan de Manejo de Inundaciones; Ph D Kuroiwa Zevallos, Julio.

3.2 METODOLOGIA DE OBTENCIÓN DE MAPAS DE AMENAZA

Se ha sistematizado la metodología en los siguientes pasos:

1. Recopilar información de topografía, cartografía o imágenes actualizadas (preferentemente fotografías aéreas o de otro tipo) en la escala apropiada (1:10 000 – 1:5 000) que permitan la identificación y delimitación de áreas susceptibles a inundaciones. Además de la obtención de las curvas de nivel mediante digitalización.
2. En el ambiente de un Sistema de Información Geográfico (SIG) procesar las cotas de terreno y extraer los datos geométricos necesarios para la creación de las secciones transversales (cauce principal, línea de bancos, líneas de flujo, secciones transversales en el plano y alineamiento de diques) las cuales serán importadas desde el HEC - RAS. Con este propósito el SIG debe contar con las extensiones especializadas en análisis espacial y análisis de ríos (3D ANALYST y HEC-GEORAS en su primera parte llamada Pre - RAS). (ver la creación de los temas RAS y del archivo de importación en el anexo A).
3. Importar la geometría básica creada en el SIG al modelo HEC - RAS, y realizar las modificaciones necesarias. (ver datos de entrada de Secciones Transversales en el anexo B).
4. Con los datos de las estaciones de aforo, realizar el análisis hidrológico a fin de calcular el caudal respectivo para los diferentes Periodos de Retorno a analizar, los valores resultantes se colocan como datos de flujo. Para la aplicación tomamos los valores de seis caudales para diferentes periodos de retorno (2 años, 5 años, 10 años, 50 años, 100 años, 500 años).

Las condiciones de borde dependen del tipo de flujo (subcrítico ó supercrítico); además es posible considerar dos tipos de análisis: flujo

permanente y no permanente (para este último es necesario contar con hidrogramas).

5. Una vez obtenidas las curvas de remanso para los diferentes periodos de retorno analizados se debe revisar y analizar los resultados y de acuerdo a éstos realizar las correcciones hidráulicas que fueran necesarias.(ver resultados del programa HEC – RAS en el anexo C).
6. El número de secciones transversales analizadas, determina el nivel de precisión de la curva de remanso, por tanto es necesario verificar si éste es suficiente, de no ser así deberá corregirse el desarrollo de los datos de entrada SIG creando un nuevo archivo de importación de datos geométricos.
7. Una vez encontrado el número ideal de secciones transversales se genera el archivo de exportación, el cual contiene la información necesaria para la generación de un Modelo de Elevación Digital de Superficie de Agua (ver los resultados de salida SIG en el anexo D).
8. Este archivo es procesado por la extensión HEC – GeoRAS, en su segunda parte Post – RAS, se encarga de importar el archivo de exportación RAS SIG y generar la superficie de agua en formato TIN, a partir del cual generará la planicie de inundación y la grilla de profundidad de agua. La precisión de la planicie resultante depende del tamaño que posea la celda de la grilla de profundidad de agua, este valor se puede cambiar en el momento de exportar los datos del HEC – RAS (ver el procedimiento en el anexo A).
9. Las últimas consideraciones con respecto al resultado final, están relacionadas con el detalle del mapa, si el área inundada es la correcta, si fuera necesario aumentar el número de secciones transversales y/o reducir – aumentar el tamaño de la celda de la grilla de profundidad de agua. De

no tener ningún problema el siguiente paso será el análisis de la planicie de inundación resultante, en este paso es donde podemos apreciar la gran utilidad del entorno SIG, gracias a sus herramientas, el cálculo de los parámetros necesarios para definir el grado de intensidad de la inundación es fácil y rápido.

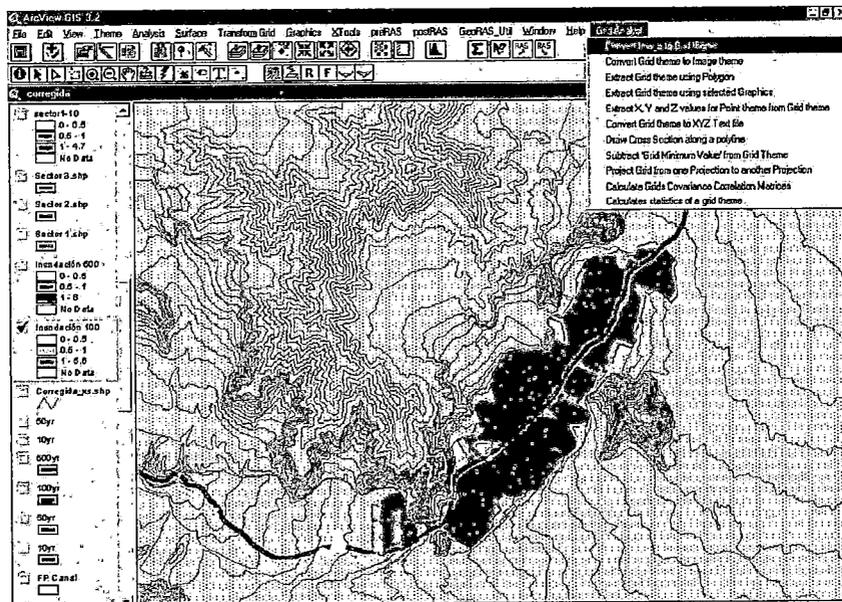


FIGURA 3.1: Planicie de inundación resultante y grilla de profundidad de agua.

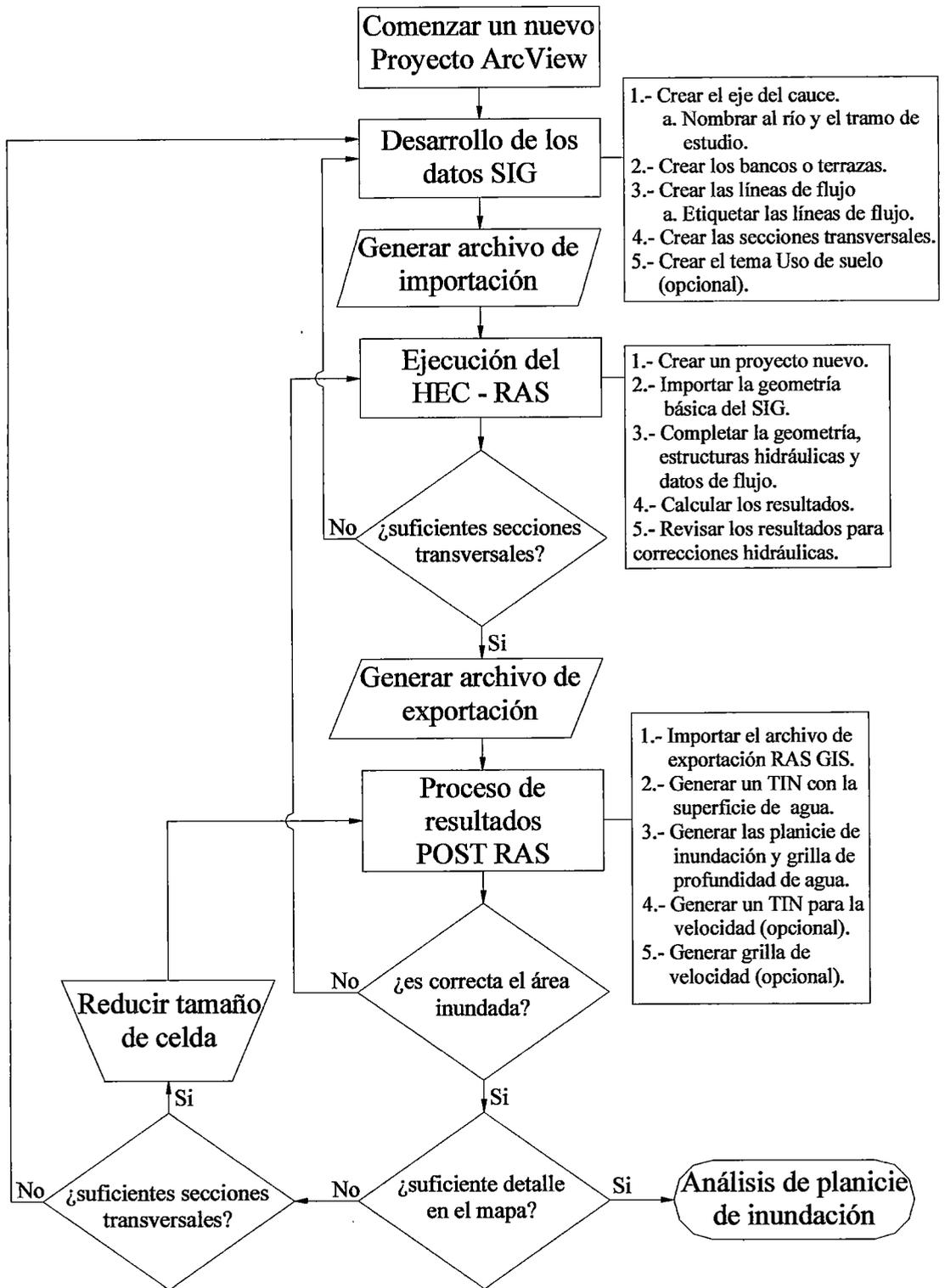
$$Tr = 100 \text{ años } Q = 183 \text{ m}^3/\text{s}.$$

10. El análisis de la planicie se realiza a partir de la grilla de profundidad de agua, se calcula el área de la planicie de inundación, el volumen de agua estancada, y la profundidad máxima y media, para cada periodo de retorno analizado. (ver los mapas resultantes en el anexo G).
11. Es posible incluir en los resultados una grilla con datos de velocidad, este análisis es opcional y está disponible sólo si la ejecución del programa HEC – RAS incluye la opción “Flow Distribution Locations”.

El siguiente diagrama de flujo describe el proceso que se llevará a cabo para obtener el modelo terminado:

Gráfico 3.1

DIAGRAMA DE FUJO DE LA METODOLOGÍA A EMPLEARSE



FUENTE: MANUAL DEL USUARIO HEC-GEORAS VERSIÓN 3.1, MAYO 2003.

3.3 CREACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN USANDO UN DEM¹

La inundación de áreas de terreno ocurren donde la elevación de la superficie de agua excede la del terreno. Para delinear estas áreas, necesitamos crear modelos de superficie de agua y de superficie de terreno y luego hallar la diferencia que existe entre dichas elevaciones.

Del análisis hidráulico realizado, obtenemos las elevaciones de la superficie de agua y las ingresamos al SIG por medio del archivo de exportación (extensión **RASexport.sdf*), resultado del HEC - RAS; a partir de los datos de altura se ha de generar el modelo de elevación digital de superficie de agua, con formato TIN.

De los datos ingresados por digitalización de mapas topográficos, se ha creado otro DEM con formato TIN, éste tendrá como característica principal las cotas del terreno, y tomará como área de análisis la comprendida por las secciones transversales dibujadas en el paso 2 del diagrama de flujo de la metodología a emplearse.

Ahora tenemos dos DEMs en formato TIN; sin embargo para delinear las llanuras de inundación es mucho más efectivo el uso de datos tipo RASTER pues éstos asignan datos numéricos como característica a cada una de las celdas que lo componen, por tal motivo ambos modelos son convertidos a una malla de celdas cuadradas cuyo tamaño será la unidad (tamaño determinado para la aplicación, después de haber aplicado el diagrama de flujo).

En el formato RASTER, las celdas de elevación de la superficie de agua y de terreno, pueden ser fácilmente comparados usando las funciones SIG: *Map Query* y *Map Calculator*, pertenecientes a la extensión *Spatial Analyst*, otras extensiones usadas fueron *Gridanalyst* y *Xtools*.

¹ USO DEL GIS PARA APLICACIONES HIDROLÓGICAS – UNESCO; Apéndice A, página 122.

$$DiferenceGrid = WaterGrid - LandGrid$$

$QueryGrid = DiferenceGrid$; Se signan sólo los valores positivos

$$FloodGrid = \frac{DiferenceGrid}{QueryGrid}$$

donde : $FloodGrid$ es la grilla que posee los valores de profundidad de agua, para los diferentes periodos de retorno.

Las ecuaciones anteriores son utilizadas por el algoritmo del script (*Floodplain Delineation*) que calcula la grilla de profundidad de agua, obteniéndose como resultado de la comparación de ambas grillas una malla de celdas llamada $FloodGrid$ (nombre por defecto) que posee como característica principal la profundidad de agua sólo en las áreas donde la elevación de agua excedió la elevación del terreno.

De este modo hemos obtenido el mapa de llanura de inundación, que puede ser comparado con mapas catastrales para delimitar las zonas urbanas afectadas por inundaciones. (Ver procedimiento de obtención en el anexo A).

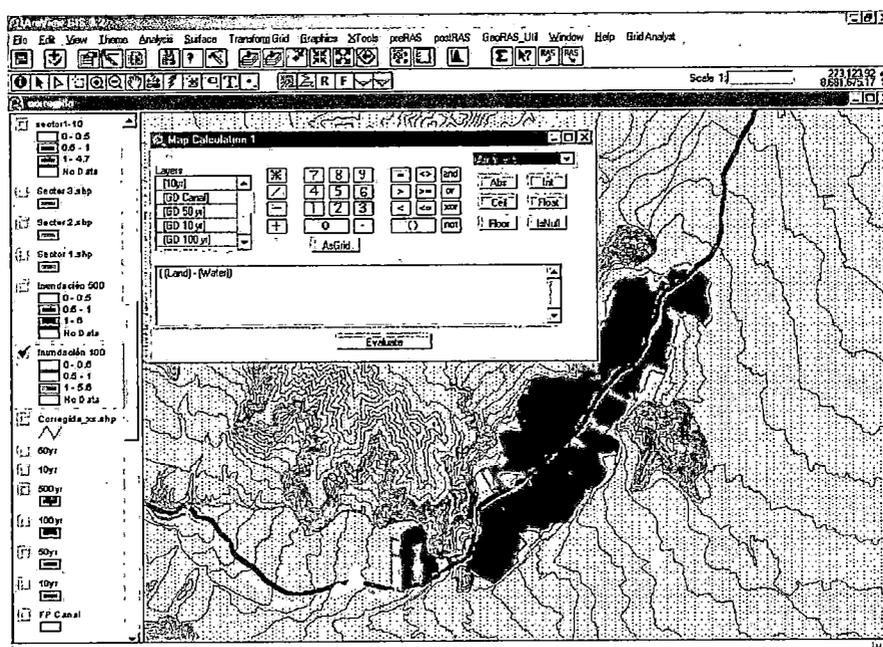


FIGURA 3.2: Planicie de inundación resultante – $Tr = 100$ años - $Q = 183m^3/s$.

3.4 CÁLCULO DEL VOLUMEN Y PROFUNDIDAD DE AGUA DE LA ZONA AFECTADA¹

Una vez que el mapa de la llanura de inundación ha sido creado, se debe realizar el análisis y cálculo de los parámetros que determinan el grado de amenaza de inundación; éstos son: área de la superficie inundada, volumen de agua estancada y profundidad de agua (tirante).

Para calcular el valor del área que ha sido afectada por la inundación producida; es imprescindible el uso de extensiones SIG para datos con formato tipo RASTER (*Gridanalyst* y *TransformGrid*) las cuales nos ayudarán a obtener las características principales de la grilla.

El área es el resultado de multiplicar el número de celdas que compone la grilla por el área que posee cada celda, para la aplicación el área de la celda es 1 metro cuadrado, sin embargo este valor dependerá de cada proyecto y de la precisión del mapa resultante.

Si un área es inundada y el agua debe ser evacuada, ya sea por bombeo o gravedad, es importante conocer el volumen ocupado por el agua desbordada sobre las planicies. Este volumen determina el tipo de bombeo la capacidad de esparcir o si es necesario dragar el agua en un periodo limitado de tiempo, requerido para evitar más daños a la zona afectada. Teniendo un mapa con la profundidad de agua el volumen puede ser calculado, multiplicando el área de cada celda con la profundidad correspondiente y luego sumar todos los valores, para la aplicación el área de cada celda es 1 m², de aquí simplificamos el cálculo del volumen como la sumatoria de todos los valores de profundidad de agua.

Este valor se halla utilizando la estadística de la grilla, opción disponible para los datos tipo RASTER y TIN, también puede emplearse la opción

¹ INTRODUCTION TO THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR PRACTICAL HIDROLOGY; UNESCO; página 123.

“Calculates statistics of a grid theme” perteneciente a la extensión *Gridanalyst*.

La profundidad de agua en cada punto del mapa de zonificación de áreas inundables ha quedado determinada mediante la grilla de profundidad de agua resultante del proceso Post – RAS (*FloodGrid*), esta malla de celdas cuadradas posee como característica principal el valor del tirante de agua para una coordenada (x_i, y_i) específica. El valor de las profundidades para diferentes periodos de retorno puede ser escrito en archivos de texto, para analizar sus valores.

La grilla de profundidad de agua puede ser dividida en intervalos que muestren el grado de amenaza: superficial, moderada y profundamente inundadas. Permitiendo de este modo hallar el área que le corresponde a cada clasificación.

Para el manejo de áreas inundables es importante fijar las consecuencias de todos los posibles eventos de inundación. Los efectos de diferentes niveles de inundación son de interés, tanto como los efectos de la falla de un dique en diferentes posiciones.

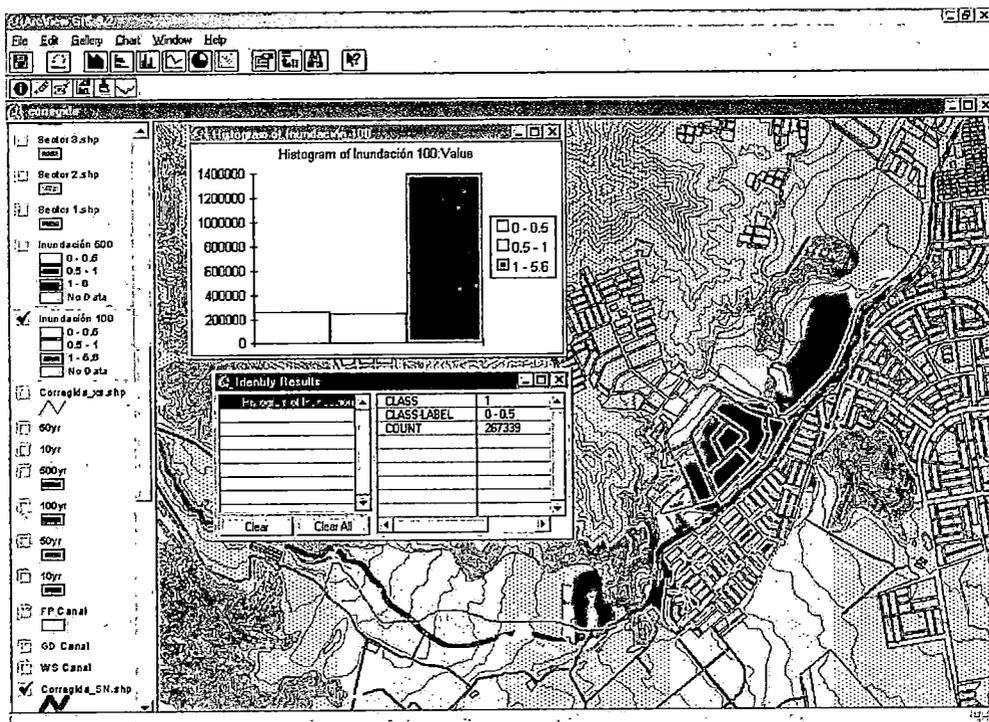


FIGURA 3.3: Grilla de profundidad de agua con histogramas que miden áreas.

3.5 CÁLCULO DE LOS EFECTOS DE LA INUNDACIÓN PARA DIFERENTES ESCENARIOS

Teniendo en cuenta los valores de los parámetros: Periodo de retorno y profundidad de agua podemos determinar los diferentes efectos que pueden tener las inundaciones, para escenarios distintos.

Por ejemplo en zonas donde las urbanizaciones son escasas, la inundación posee efectos que causan daños menores que los comparados con áreas que pueden estar densamente pobladas.

Para evaluar adecuadamente los efectos de las inundaciones el primer paso consiste en clasificar el área de estudio en sectores teniendo en cuenta para la sectorización cualidades comunes de dichas áreas (como pueden ser el mismo uso de suelo).

Luego, la grilla de profundidad de agua hallada por el proceso anteriormente mencionado se divide considerando la sectorización; los valores de área inundada hallados para cada sector son indicadores del grado de amenaza al que se encuentran expuestos; estos valores se encuentran divididos por una clasificación cualitativa dependiendo de la profundidad de agua que posean:

- a) Superficialmente inundadas – Grado 1: aquellas zonas donde la profundidad de agua varía entre los 0 y 0.50m.
- b) Moderadamente inundadas – Grado 2: aquellas zonas donde la profundidad de agua varía entre los 0.50m y 1.00m.
- c) Severamente inundadas – Grado 3: aquellas zonas donde la profundidad de agua es mayor a 1.00m

Es importante considerar niveles de inundación para diferentes periodos de retorno, pues la observación de la variación del área que éstos cubren permite detectar cambios en las zonas que se verán afectadas si un evento de esa magnitud ocurriera.

Así tenemos que un área determinada para un caudal con periodo de retorno de 10 años se puede clasificar como superficialmente inundada mientras que la misma extensión de terreno para un caudal con periodo de retorno de 100 años se vea severamente inundada.

El volumen es otro parámetro importante en el cálculo de los efectos de una inundación; si bien la extensión de la inundación causa un efecto inmediato, el volumen de agua estancada causa efectos que se pueden observar mejor conforme transcurre el tiempo de permanencia del agua.

Los efectos causados debido a los volúmenes de agua no drenados oportunamente van desde daños a las cimentaciones de la infraestructura urbana, redes eléctricas, telefónicas, de agua y desagüe hasta la formación de focos infecciosos que pueden generar enfermedades o epidemias entre la población afectada.

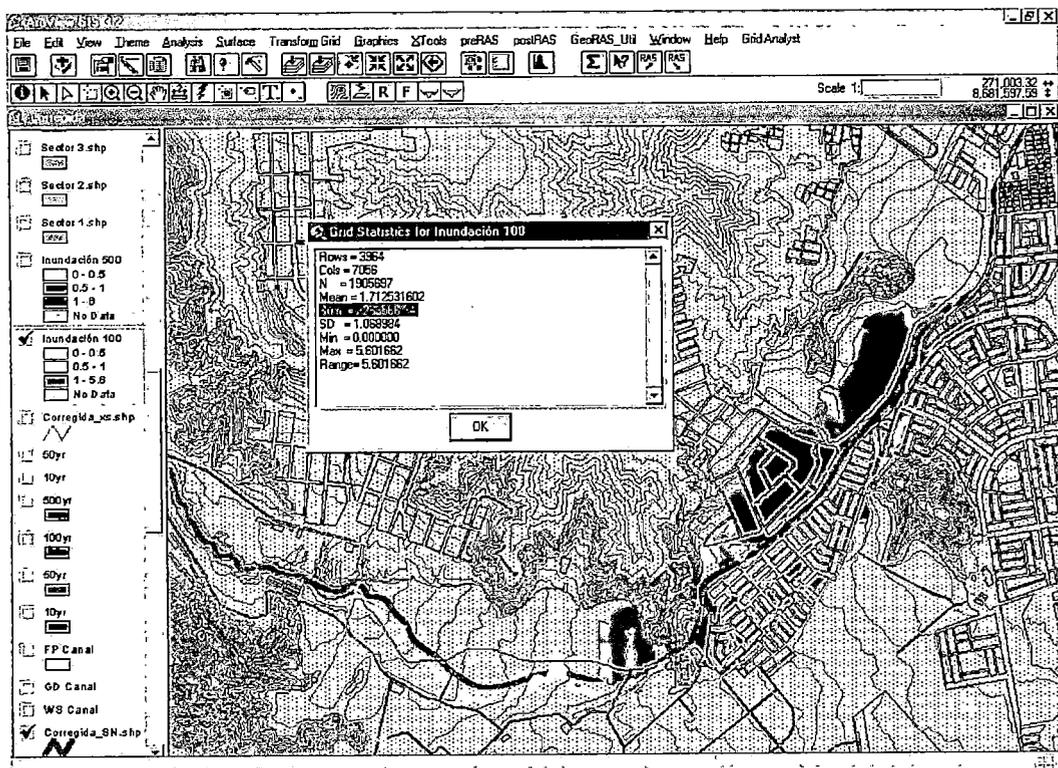


FIGURA 3.4: Grilla de profundidad de agua con datos estadísticos que miden el volumen ocupado por el agua desbordada sobre la planicie.

CAPITULO IV

APLICACIÓN AL RÍO CHILLÓN

4.1 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL RÍO CHILLÓN

La cuenca es un territorio donde se desenvuelve la actividad económica, se utilizan los recursos, se concentra la población y la vida social, se organizan las instituciones y se localizan los centros poblados. El curso de los ríos y el divortium aquarum señalan claramente estos espacios. Éstos trascienden a las relaciones de grupos sociales y a la relación entre el hombre y la naturaleza, constituyéndose en una ciudad viva, simbolizada en sus creencias, actitudes y ritos.

La gobernabilidad de ese espacio local se construye entre varios actores, contemplando intereses particulares, interviniendo en el ordenamiento y regulación de los recursos y formulando planes de gestión ambiental¹.

Ubicación

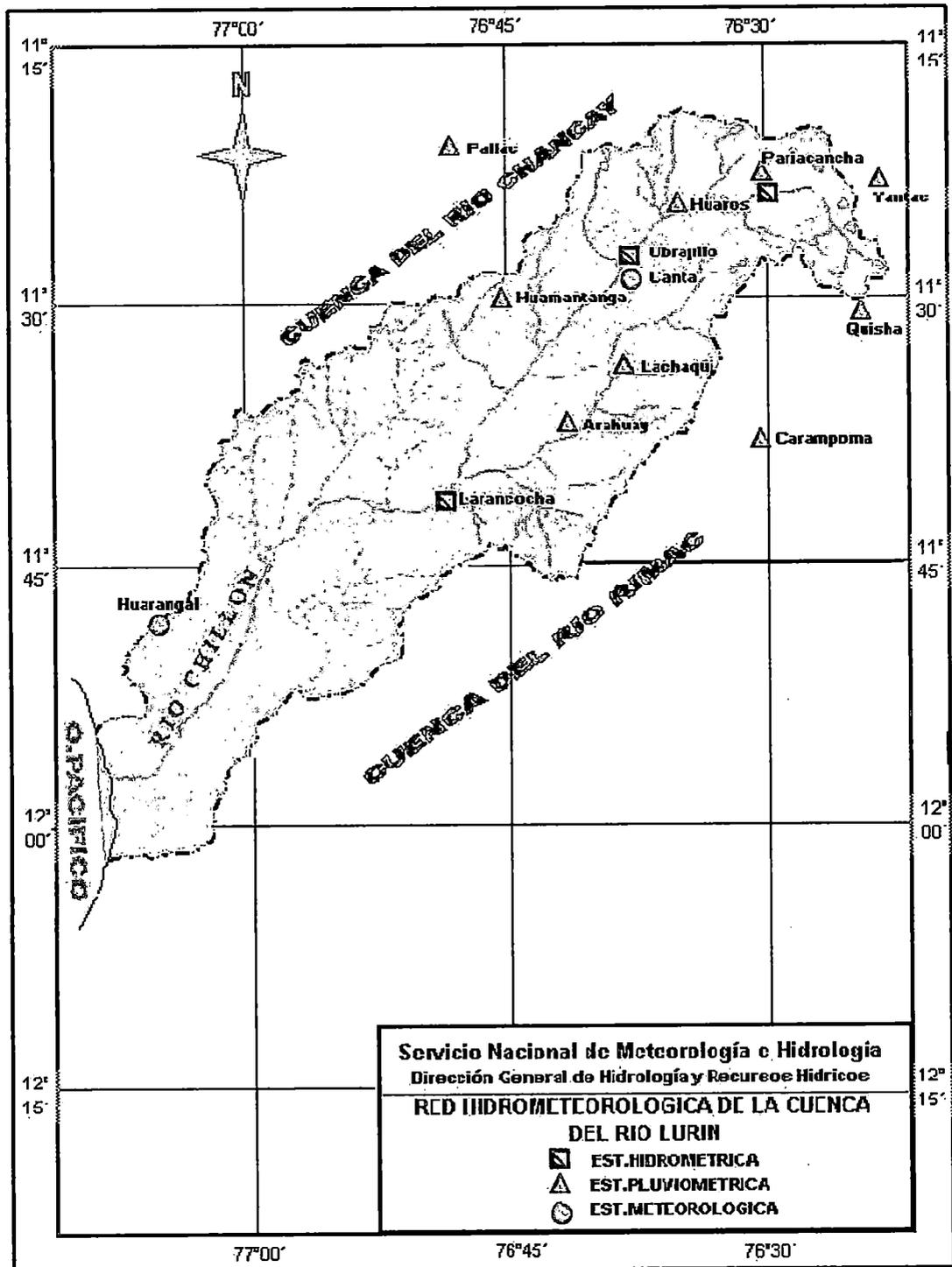
La cuenca del río Chillón está ubicada en el departamento de Lima entre las coordenadas geográficas 76°20' y 77°10' de Longitud Oeste y 11°20' y 12°00' de Latitud Sur, limita por el Norte con la Cuenca del Río Chancay – Huaral, por el Este con la Cuenca del Río Mantaro, por el sur con la Cuenca del Río Rímac y por el oeste con el Océano Pacífico.

Su extensión total es de 2 444 Km², abarcando las provincias de Canta (en su totalidad), Lima (los distritos de Carabaylo, Puente Piedra, Comas, Los Olivos y San Martín de Porres) y Callao (distrito de Ventanilla).

La cuenca del Río Chillón es una de las tres sobre la que se extiende la gran ciudad de Lima.

¹ Construyamos ciudadanía y un hábitat más humano; Plataforma de Contrapartes de NOVIB, 1996, Pág. 78

UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN Y SUS ESTACIONES METEOROLÓGICAS – HIDROMÉTRICAS – PLUVIOMÉTRICAS



FUENTE: SENAMHI – 2002

Figura 4.1

El área de estudio de esta investigación está comprendido entre el Puente Panamericana (en el distrito de Puente Piedra) y la Desembocadura (en el Océano Pacífico), en este tramo se encuentran asentadas la mayor densidad demográfica urbana y rural, de aquí la importancia de su estudio.

Topografía¹

El relieve general de la cuenca es el de una hoya hidrográfica alargada, de fondo profundo y quebrado y de pendiente fuerte; presenta una fisiografía escarpada y en algunas zonas abrupta, cortada por quebradas de fuerte pendiente y estrechas gargantas.

La cuenca se encuentre limitada por cadenas de cerros, que en dirección aguas abajo muestran un descenso sostenido del nivel de cumbres.

Geología²

Desde el punto de vista geológico se considera que la cuenca tuvo una ubicación inicial en forma longitudinal a la actual Cordillera de Los Andes, depositándose en ella sedimentos de procedencia marina y continental.

Posteriormente estos fueron modificándose por efectos tectónicos como consecuencia del emplazamiento del batolito de la Costa y de los procesos orogénicos y epirogénicos que generaron fuerzas de tensión y compresión, cuya evidencia constituye el levantamiento de la Cordillera de Los Andes y las estructuras geológicas resultantes tales como fallas, pliegues, sobre - escurrimientos, etc. Estas cadenas de montañas fueron erosionadas antes que se depositaran las capas rojas y conglomerados terciarios, así como lavas y piroclastos terciarios y cuaternarios, habiéndose alcanzado por procesos de relleno y asentamiento la nivelación casi completa de la región. De la deformación de estos sedimentos se produjo un segundo sistema de cordilleras, que es el paisaje actual.

¹ La Cuenca del río Chillón – CIDIAG.

² Estudios realizados por CIDIAG – 1982; Pág. 51.

Las rocas existentes en la zona de estudio son:

- a) Sedimentarias: calizas, limolitas, lodolitas, lutitas, arcillas y conglomerados.
- b) Intrusivas: granitos, granodioritas, dioritas y tenolitas.
- c) Volcánicas: tufos, derrames, aglomerados, andesitas, basaltos, riolitas, cenizas.
- d) Metamórficas: cuarcitas, pizarras, esquistos filitas y mármoles.

La edad de las rocas está comprendida desde el paleozoico hasta el cuaternario creciente.

La mineralización está representada principalmente por especies minerales de plomo, plata, cobre y antimonio. Existen también depósitos no metálicos de calizas, yesos y materiales de construcción.

Geomorfología del Río Chillón (Tramo bajo)¹

Presenta un relieve de planicie, correspondiente a la terraza fluvial, en posición subhorizontal, siguiendo la gradiente del río, bisectada por el cauce actual con bordes escarpados y de pendiente con valores de 26° y 38° con desniveles desde 3 metros hacia aguas arriba a 1.00 – 1.50 metros hacia la desembocadura.

La configuración longitudinal del cauce actual se caracteriza por tener un gradiente promedio de 1% con relieve semiplano, sobresaliendo las terrazas de inundación y algunos montículos hacia el borde, presentan dos cambios de dirección, los que han originado en el pasado fenómenos de inundación y desborde del río, afectando las áreas ubicadas aguas abajo del río.

En época de estiaje se forman terrazas de inundación en forma fraccionaria y pequeñas islas, observando hasta 3 niveles con alturas promedio de 0.30 a 0.50m originadas por fenómenos de erosión e inundación local en época de avenidas, mostrándose en época de estiaje.

El relieve actual presenta un modelado donde ha actuado la acción del hombre con la finalidad de construir defensas ribereñas, formando montículos y

¹ Informe final del Proyecto de limpieza de cauce del Río Chillón y reforzamiento de Defensas Ribereñas en la Desembocadura al mar; Callao – 1997.

pequeños diques con material fluvial arrimado, enrocado y desmonte. Además la basura cada día va incrementándose ocupando principalmente los bordes de la terraza fluvial y parcialmente las terrazas de inundación adyacentes a los bordes.

En sección transversal el cauce tiene forma asimétrica con un ancho de cauce actual variable de 12 a 33 metros y hacia la desembocadura el cauce actual, incluyendo las terrazas de inundación, tiene un ancho de hasta 115.00 metros.

Al final de la desembocadura se presenta una laguna litoral de aguas salobres, estimándose una profundidad entre 1.00 y 1.50 metros de aguas tranquilas.

En el litoral se presenta una barra libre con dirección paralela a la línea de playa, presentando un relieve como dique, al final se forma una playa angosta.

Tabla 4.1
PENDIENTE LONGITUDINAL PROMEDIO DEL
RÍO CHILLÓN

TRAMO	Pendiente (%)
Hacienda Caballero – Puente Panamericana	1.4
Puente Panamericana – Desembocadura	1.3

Ecología

En la Cuenca se presentan seis formaciones ecológicas importantes:

- ❖ Desierto subtropical (entre los 0 y 800 m.s.n.m.)
- ❖ Matorral desértico subtropical (entre los 800 y 2 200 m.s.n.m.)
- ❖ Estepa espinosa montano bajo (entre los 2 200 y 3 100 m.s.n.m.)
- ❖ Estepa montañosa (entre los 3 100 y los 3 800 m.s.n.m.)
- ❖ Páramo muy húmedo subalpino (entre los 3 800 y los 4 800 m.s.n.m.)
- ❖ Tundra pluvial alpina (entre los 4 800 y los 5 000 m.s.n.m.)

El tramo estudiado pertenece al Piso Bajo, que se halla localizado entre cero y los 1000 m.s.n.m. nace en la deyección del río y acaba donde se entronca con el piso intermedio de la cuenca.

Ecológicamente cubre formaciones desierto – subtropical y matorral desértico subtropical.

En este piso se percibe con nitidez los espacios urbanos, peri – urbanos y rurales.

Clima y Temperatura¹

Presenta un clima extremadamente árido y semi –cálido.

La cuenca posee siete estaciones meteorológicas, de las cuales sólo funciona una (Estación canta), localizada en la parte alta de la cuenca. Esto obliga a tener que tomar como referencia datos de estaciones situadas en cuencas vecinas, realizando extrapolaciones que permitan encontrar valores climatológicos correspondientes a la zona.

Tabla 4.2

RELACIÓN DE ESTACIONES DE LA CUENCA

		TIPO	ALTITUD	UBICACIÓN
1	CANTA	Climatología Ordinaria	2 832	Canta
2	HUAMANTANGA	Pluviométrica	3 398	Huamantanga
3	HUAROS	Pluviométrica	3 585	Huaros
4	LACHAQUI	Pluviométrica	3 668	Lachaqui
5	PARIACANCHA	Pluviométrica	3 800	Huaros
6	COLLIQUE	Climatología Ordinaria	120	Carabayllo
7	CANTA	Pluviométrica	2 942	Canta
8	CALLAO	Climatología Ordinaria	2	Callao

FUENTE: SENAMHI – 1998.

La temperatura varía a través del año y de acuerdo a la altitud. En la parte baja (tramo des estudio) se alcanza un promedio anual de 18.5°C, correspondiendo

¹ La Cuenca del Río Chillón – CIDIAG.

los valores más altos a los meses de verano (28°C) y los más bajos a la estación invernal (14°C).

En la zona alta (sierra) se presentan temperaturas da hasta 0°C en la cordillera; en el valle, la temperatura no es un factor limitante para las actividades agrarias, mientras que en la parte alta, las heladas sólo permiten el crecimiento de pastos naturales.

Tabla 4.3
CUADRO DE TEMPERATURAS

Altitud m.s.n.m.	T prom. anual °C	Lugar referencial
0 a 450	16	Trapiche
580 a 2 450	18	Zapán
2 780 a 3 500	15	Canta
3 500 a 3 800	10 - 0	Cullhuay
3 800 a 4 43	1.3	La Viuda

Fuente: La Cuenca del Río Chillón, Diagnóstico para un Plan Integral de Desarrollo – CIDIAG, capítulo 1, página 59.

Suelos

Por su naturaleza los suelos que existen en la cuenca son aluviales en las áreas del valle, coluviales en las áreas de quebradas, aluvio – coluviales y eólicos en las pampas; y residuales en las laderas y montañas.

El área del valle presenta los mejores suelos de la cuenca; correspondiendo la mayor parte de ellos a la serie Chillón de origen aluvial la que presenta suelos de textura que va de franco a franco arcillo arenoso, profundos de reacción ligeramente alcalina, fertilidad media a alta, buen drenaje y salinidad baja.

Entre los principales problemas que se presentan con relación al recurso suelo:¹

- ❖ Disminución de la capacidad reproductiva debido al mal manejo del agua y la falta de sistemas de drenaje eficientes, esto ocasiona aumento

¹ La cuenca del Río Chillón, Diagnóstico para un Plan Integral de Desarrollo – CIDIAG.

de la salinidad y/o empantanamiento de los suelos. Se observa problemas de salinidad en el 7% de los suelos de la cuenca.

- ❖ No se realizan trabajos para evitar la erosión del suelo en las riberas de los ríos. Cada vez es menor la vegetación arbustiva que protege las riberas.

La falta de una política adecuada de manejo y conservación de riberas permite que éstas sean erosionadas y contaminadas, alterando sus características originales.

Ordenamiento Territorial¹

El ordenamiento territorial indica la forma como se está usando el territorio y como se debe usar dentro de un propósito general de buscar el bienestar colectivo y sostenido.

En el Perú el ordenamiento territorial tiene varios instrumentos de planificación:

- ❖ Plan Regulador.
- ❖ Zonificación de usos de suelo.
- ❖ Reglamento de habilitación y subdivisión de tierras.

El Cono Norte como área urbana de influencia sobre la Cuenca tiene un patrón de crecimiento expansivo, se estima que entre 1981 – 1990 se incorporaron al área urbana cerca de 2 835 has, de las cuales el 73% fue sobre suelo agrícola y 27% sobre terrenos eriazos, de aquí podemos decir que la expansión urbana sobre suelo agrícola es el proceso por el cual ha crecido el Cono Norte de Lima.

Esta área urbana se encuentra estructurada en base a distritos que presentan diferentes niveles de consolidación y asumen un rol diferenciado respecto al crecimiento poblacional.

¹ Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI – 1998.

- a) Distritos consolidados, con niveles de tugurización : San Martín de Porres, Independencia.
- b) Distritos en expansión acelerada: Ventanilla, Ancón, Puente Piedra, Carabaylo y Los Olivos.

El crecimiento de las ciudades ha llevado a la ocupación de las áreas fluviales existentes, dependiendo las formas de ocupación del grado de intensidad urbana y de las dimensiones y características del área fluvial.

Los procesos de erosión, transporte, sedimentación fluvial dan forma al espacio fluvial; estas zonas son elegidas por los pobladores para ubicar sus viviendas o desarrollar otros tipos de actividades económicas, las cuales deterioran las planicies de inundación y el hábitat adyacente al cauce.

El problema es que la expansión de los usos urbanos hasta el borde del río ha hecho desaparecer total o parcialmente la vegetación de ribera y los espacios en que se ubica.

Las llanuras de inundación sirven de área de expansión de la energía (disipación) del caudal, así como para su almacenamiento durante las avenidas, al tiempo que se caracterizan por una gran fertilidad al estar constituidos por terrenos aportados por el río. El problema es que la ocupación de estos espacios ha reducido al mínimo dichas funciones.

La idea de ordenación fluvial tiene como perspectiva general el mantenimiento de los elementos y dinámicas naturales del río, así como la protección contra riesgos de avenidas, inundaciones de zonas pobladas ubicadas en las planicies de inundación del río.

La ordenación urbana y fluvial debe hacerse de manera que se controlen los riesgos derivados de las avenidas y/o inundaciones.

La ocupación de una zona que esta sujeta a inundación trae consigo problemas legales y políticos, además problemas sociales, ambientales y técnicos.

4.1.1 Problemática de las Inundaciones en el Río Chillón

Las inundaciones son fenómenos naturales, frecuentes en las cuencas hidrográficas del territorio peruano. La frecuencia con que éstas ocurren y el constante crecimiento de los daños ocurridos, nos conducen hacia la búsqueda de soluciones para reducir sus efectos destructivos.

Los daños que causan las inundaciones tiene la tendencia de incrementarse en número y costo de acuerdo al desarrollo socio – económico. Este desarrollo esta relacionado con el crecimiento urbano, industrial, ampliación de áreas agrícolas, etc., y ocurre generalmente en las llanuras de inundación.

El tramo del valle del Río Chillón donde han ocurrido inundaciones está comprendido entre los 450 m.s.n.m., aguas abajo de la Hacienda Caballero y la Desembocadura.

En el pasado las manifestaciones del fenómeno de inundación se apreciaron claramente sobre la infraestructura existente; aquí una reseña de las inundaciones históricas ocurridas:

- Por el valle atravesaba el ferrocarril Lima – Ancón, el cual venía operando desde 1870. Los informes de la época reportan la destrucción del puente sobre el cual se asentaba la línea férrea al cruzar el Río Chillón debido a los desbordes provocados por El Niño en el año 1891 (hoy Puente Panamericana). La circulación quedó interrumpida por quince días siendo luego rehabilitada.
- Es seguro que los efectos del fenómeno El Niño en el año de 1925 hayan causado efectos semejantes, ampliando la destrucción de la carretera, que ya se encontraba en operación.

Las casas hacienda que todavía se encuentran en el valle inferior se encuentran protegidas del desborde del río, debido a su distante emplazamiento (Punchauca y Caballero).

- El 15 de Enero de 1970 se produjo un desborde del río Chillón, que inundó gran parte de las tierras de cultivo y las viviendas, del sector Chillón Bajo, causando gran alarma entre los pobladores. El fenómeno en referencia fue a consecuencia de las intensas precipitaciones pluviales en la región de la serranía y a las excepcionales lluvias costeñas, que incrementaron el caudal del río; la incapacidad del cauce para soportar tal creciente dio lugar a los desbordes.

Las características de este fenómeno se describen a continuación: A 300m. de distancia, aguas abajo del Puente Chillón, el río desbordó por su margen derecha, abriendo un nuevo cauce de un ancho aproximado de 200 a 300 metros, que erosionó y destruyó la carretera (hoy Panamericana Norte); inundó la mayor parte de las tierras de cultivo, la lotización de Chillón Bajo y las viviendas. Las aguas alcanzaron una altura de 1.20m., formando en los terrenos de cultivo masa fangosas o lodos que duraron algún tiempo en secarse. A consecuencia del desborde los habitantes de la zona tuvieron que abandonar sus viviendas y pernoctar en los cerros circundantes.

En el tramo comprendido entre el Puente Chillón y el Puente Inca, el río se encañona y forma una curva que dificulta la libre circulación de las aguas del río; pasando el puente, el río nuevamente se extiende y origina inundaciones en las Haciendas Chuquitanta y Culebras¹.

- Las inundaciones ocurridas en el año 1998, afectaron a la población agrícola asentada sobre las planicies de inundación del río, destruyendo sus viviendas y cultivos; estos pobladores tuvieron que buscar refugio en las casas haciendas existentes.

¹ Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Chillón, INGEMMET, Lima, 1979.

- En el mismo año las inundaciones por desborde afectaron la Zona de Chuquitanta, San Martín de Porres, ya que en esta zona no existe defensas ribereñas adecuadas, el caudal de avenida fue de 70 m³/seg. Con un periodo de retorno de 10 años. El área afectada fue aproximadamente 20 hectáreas, quedando dañados cultivos y viviendas rurales.
- El sector afectado por las inundaciones en el año 2001, fue la urbanización San Diego, comprendida entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

A lo largo de su recorrido el Río Chillón ha sido estrechado debido a diferentes intervenciones efectuadas por la mano del hombre teniendo como fin desarrollar viviendas y agricultura. Se tiene así que el ancho natural de aproximadamente 250 metros ha sido reducido a valores que varían entre los 30 – 60 metros. Estas alteraciones han producido importantes cambios morfológicos en el río tales como la agradación. Debido a este fenómeno las cotas del cauce se han elevado haciendo que el fondo del río se encuentre por encima del nivel de las calles de la urbanización San Diego.

La inundación del 15 de Marzo del 2001 afectó dicha urbanización, ocasionando grandes daños en la población asentada en las llanuras de inundación muy cerca al río.

El Río Chillón presentó un caudal aproximado de 40 – 60 m³/seg., el agua se desbordó por la margen izquierda a la altura del parque Virgen de Guadalupe, esto ocurrió por la falla de las defensas ribereñas.

Las aguas ingresaron a la zona urbana y debido a las características topográficas del sector se produjo el embalsamiento que originó la inundación permanente de un gran sector de viviendas, algunas zonas alcanzaron una profundidad de aguas cercana a los 4 metros.

4.1.2 Aspectos Hidrológicos

Las lagunas de Chuchón y Chonta a 4 850 m.s.n.m. dan origen al Río Chillón, alimentándose de las precipitaciones que caen en las partes altas de su cuenca colectora y con los deshielos de la Cuenca La Viuda, con una descarga anual promedio de 8,80 m³/s, cuenta con un área de drenaje total de 2 444 Km², recorre una distancia total de 126 Km. y presenta una pendiente promedio de 3,85%.

La cuenca húmeda posee una superficie de 1 040 Km², es decir el 42% del área contribuye sensiblemente al escurrimiento superficial, ubicada a 2 500 m.s.n.m. desde su curso superior hasta la localidad de Canta tiene una pendiente de 6% y desde aquí hasta la localidad de Santa Rosa de Quives, una pendiente de 5%; a partir de esta localidad, donde el valle empieza a abrirse, la pendiente disminuye a 2%.

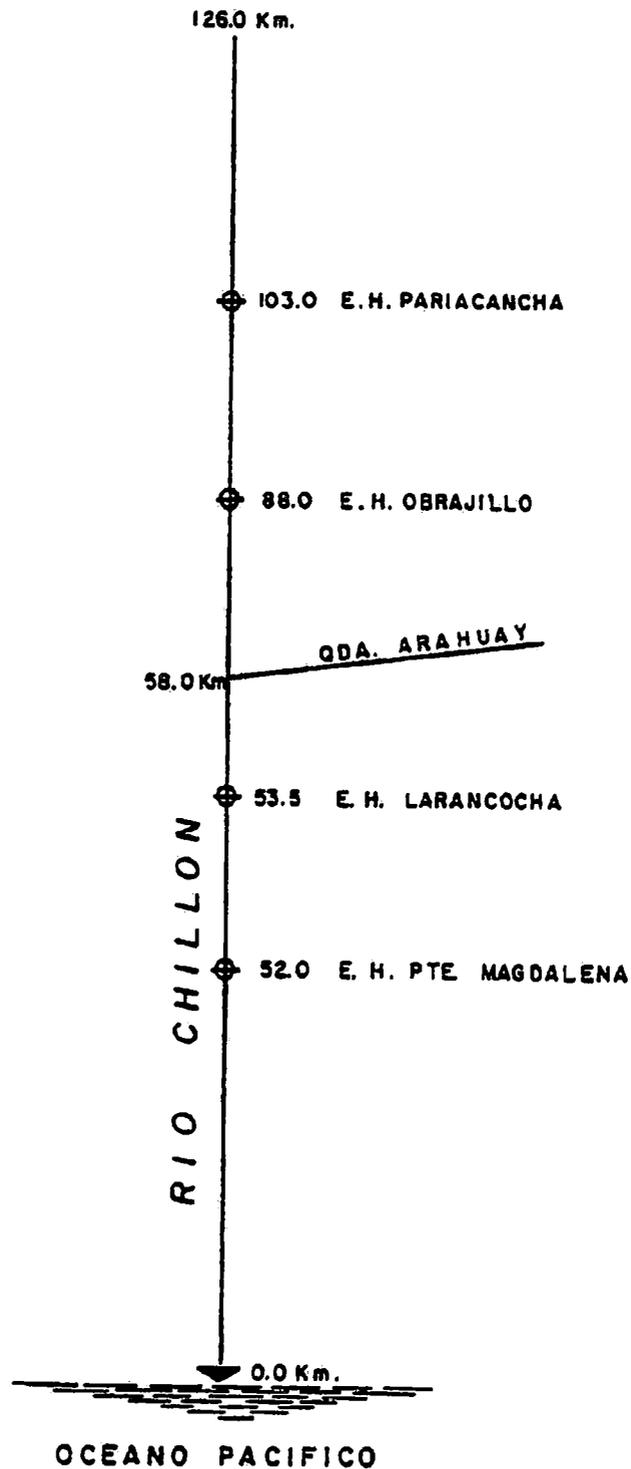
En su recorrido recibe el aporte de varios ríos o quebradas, siendo los más importantes Olivar, Trapiche, Socos, Toraracra, Hurimayo, Huancho, Yamecoto y Acocancha; por la margen derecha y Culebras y Arahuay por la margen izquierda.

En la época de estiaje es abastecido por los aportes regulables de las lagunas de Chuchón, Leóncocha y Azulcocha.

El agua empleada para satisfacer las necesidades del valle del Río Chillón, se clasifican de acuerdo a su procedencia en 4 tipos:

- a) Agua superficial: de escurrimiento natural, proveniente de la cuenca del río.
- b) Agua superficial de régimen regulado; proveniente de los embalses de las lagunas.
- c) Agua subterránea extraída mediante bombeo de pozos ubicados en la llanura aluvial del valle.
- d) Agua subterránea que aflora espontáneamente en puquios y drenes y que es utilizada en el riego del valle.

DIAGRAMA FLUVIAL DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN



FUENTE: ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL DESARROLLO PARA EL APROVECHAMIENTO ÓPTIMO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS DEL RÍO CHILLÓN - SEDAPAL.

Figura 4.2

Principales Problemas que se presentan con Relación al Recurso Hídrico¹

- ❖ No se efectúan mejoras en los sistemas de captación, conducción distribución y control del agua de riego. Existe un fuerte deterioro del sistema.
- ❖ Generalmente antes que ocurran las avenidas se realiza la limpieza de los canales madre y principales.
- ❖ Existencia potencial de contaminación del agua del río y canales por la actividad minera e industrial.
- ❖ No existe un control efectivo de las defensas naturales del río.

Precipitación Pluvial:

Las precipitaciones en la cuenca varían desde escasos milímetros en la costa a un promedio estimado de 1 000mm anuales en la cordillera. La franja litoral está influenciada por la condensación de las neblinas invernales de la costa (junio – agosto) procedentes del Océano Pacífico. En los sectores comprendidos entre los 2 200 y 3 100 m.s.n.m. las lluvias son abundantes con un promedio de precipitación anual de 350mm. Apreciándose que las lluvias tienden a ser más intensas a medida que se incrementa la altura. Así tenemos que entre los 3 100 y 3 800 m.s.n.m., el promedio de precipitaciones es de 800mm. sobre esta altura se estima que el promedio anual llega a 1 000mm.

Considerando la distribución de las lluvias podemos dividir la cuenca en dos sectores:

- a) Cuenca seca: comprendida entre el mar y 2 000 – 2 200 m.s.n.m., abarcando una extensión de 1 450 Km² (con precipitaciones anuales de 250mm.)

¹ Manejo Integral de la Cuenca del Río Chillón – CIDIAG.

b) Cuenca húmeda: comprendida entre 2 200 y la línea divisoria continental, abarca una extensión de 1 039Km² y las precipitaciones varían entre los 250 y 1 000mm.

Las lluvias se registran con mayor intensidad durante los meses de octubre a mayo; sobre los 3 800 m.s.n.m., las lluvias ocurren durante todo el año.

El régimen estacional de las lluvias es el esperado para la Vertiente del Pacífico. El año consta de una época húmeda que se inicia en el mes de diciembre y concluye en marzo y una seca que comienza en junio y termina a mediados de agosto, siendo los meses restantes transicionales entre las dos épocas.

Tabla 4.4

PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL DE CANTA¹
1984 - 1991

Mes	Precipitaciones (mm)	Temperatura (°C)
Enero	75.5	13.4
Febrero	75.1	13.2
Marzo	92.8	13.0
Abril	33.2	13.5
Mayo	1.7	14.1
Junio	0	13.8
Julio	0	14.0
Agosto	0.2	13.9
Septiembre	6.9	14.1
Octubre	16.7	13.8
Noviembre	9.7	13.5
Diciembre	43.8	13.3

FUENTE: Corporación Departamental de Lima – 1998.

- ❖ Precipitación Promedio Anual es de 258mm.
- ❖ Año seco 1967 / 68 fue de 164mm.
- ❖ Año húmedo 1972 / 73 fue de 333mm.

¹ Datos pertenecientes a la Estación Canta ubicada a 11°27' latitud sur y 76°36' longitud oeste a una altitud de 2 942 m.s.n.m.

La precipitación pluvial nula e insignificante en el valle hace que la agricultura, necesariamente, se desarrolle bajo condiciones de riego. En la parte de sierra donde la precipitación es abundante, la agricultura es de secano o mixta.

Estaciones de Aforo del Río Chillón

El Río Chillón cuenta con seis estaciones de aforo: Pariacancha, Obrajillo, Larancocha, Puente Magdalena, Puente Huarabí y Desembocadura.

La estación más importante es la ubicada en el Puente Magdalena y su cuenca de recepción alcanza los 1 241Km².

Tabla 4.5
ESTACIONES UBICADAS EN EL RÍO CHILLÓN

Estación	Altitud	Latitud	Longitud	Tipo	Área (Km ²)	Estado
Desembocadura	20	11°56'	77°08'	HL	2 310	68 – 79
Pte. Huarabí	800	11°40'	76°52'	HL	1 358	18 – 47
Pte. Magdalena	950	11°42'	76°51'	HG	1 241	47 – Pte.
Larancocha	1 181	11°41'	76°48'	HG	1 192	66 – Pte.
Obrajillo	2 700	11°27'	76°38'	HG	355	68 – Pte.
Pariacancha	3 700	11°24'	76°31'	HL	122	68 – 75

FUENTE: SENAMHI – 1998.

HL: Linnimétrica.

HG: Linnigráfica

La descarga máxima registrada en el Puente Magdalena ocurrió en el año 1965 y fue de 180.13 m³/seg. La descarga media anual en registro que va desde 1919 a 1998 ha sido de 8.97 m³/seg. Para el estudio de descargas se ha usado los datos medidos en esta estación.

Al igual que la mayoría de los ríos de la costa peruana, el Río Chillón, posee un régimen de descarga irregular y de carácter torrencioso, con una diferencia bien marcada entre sus valores extremos.

Existe un fuerte descenso de la disponibilidad de agua durante una larga temporada que se conoce como periodo de estiaje que tiene una duración media de 7 meses (mayo – diciembre), siendo de sólo el 17% el volumen descargado, lo que obliga al uso del agua subterránea principalmente en la parte baja. Se tiene aproximadamente 250 pozos de extracción de agua subterránea, también se dispone de numerosos afloramientos naturales de aguas, los más importantes se presenta en la parte más alta del valle, aguas abajo del Puente Trapiche, otras de menor importancia se encuentran en los alrededores del Río Choque (Puente Piedra) y Anapuquio (Hacienda Naranjal y Chuquitanta).

Tabla 4.6
DESCARGA MENSUAL DEL RÍO CHILLÓN
ESTACIÓN PUENTE MAGDALENA
 (valores máximos y mínimos)

MESES	Módulo mensual (m³/s)	Máxima media anual (m³/s)	Mínima media anual (m³/s)
ENERO	12.96	62.84	1.71
FEBRERO	24.18	57.25	5.91
MARZO	30.84	59.18	12.34
ABRIL	16.13	70.57	3.81
MAYO	6.31	69.60	1.47
JUNIO	3.07	8.43	0.85
JULIO	2.52	6.72	0.51
AGOSTO	1.83	5.29	0.54
SETIEMBRE	1.70	6.34	0.65
OCTUBRE	1.92	6.13	0.69
NOVIEMBRE	2.46	8.83	0.81
DICIEMBRE	4.95	20.68	0.96
PROMEDIO	8.97	29.30	4.30

FUENTE: Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales Marcapomacocha.

Tabla 4.7

DESCARGAS MENSUALES AFORADAS EN EL PUENTE MAGDALENA
(miles de m³)

Meses	1 983	1 984
Enero	18 337	24 918
Febrero	12 607	54 384
Marzo	32 685	41 031
Abril	36 085	27 086
Mayo	13 474	13 033
Junio	6 778	1 323
Julio	4 849	4 732
Agosto	3 859	2 523
Septiembre	3 032	1 769
Octubre	6 318	6 212
Noviembre	8 293	6 317
Diciembre	19 499	30 821

FUENTE: Ministerio de Agricultura – Dirección de Aguas.

Tabla 4.8

MÁXIMOS CAUDALES, SUPERIORES A 100 m³/s, OCURRIDOS
EN EL RÍO CHILLÓN
ESTACIÓN PUENTE MAGDALENA

Año	Q_{máx} (m³/s)
1933	153.7
1935	136.2
1946	112.0
1949	107.0
1955	120.0
1965	180.13
1967	130.31
1970	150.18
1972	180.0

FUENTE: Ministerio de Agricultura – Dirección de Aguas.

Tabla 4.9

**SERIE ANUAL DE DESCARGAS MÁXIMAS EN BASE A LAS
DESCARGAS MÁXIMAS DIARIAS (m³/s) DEL RÍO CHILLÓN
ESTACIÓN PUENTE MAGDALENA**

Año	Q máx.	Q mín.	Año	Q máx.	Q mín.
1919/20	72	1.52	1946/47	42.45	0.600
1920/21	75	0.925	1947/48	45.00	0.499
1921/22	71	0.800	1948/49	107.00	1.200
1922/23	68	1.600	1949/50	70.00	0.850
1923/24	56	1.320	1950/51	85.00	1.364
1924/25	96.80	0.950	1951/52	70.00	1.200
1925/26	65.10	1.580	1952/53	78.00	1.200
1926/27	19	1.850	1953/54	50.70	1.280
1927/28	50.00	1.350	1954/55	120.00	1.520
1928/29	76.50	1.58	1955/56	49.50	0.900
1929/30	52.60	1.10	1956/57	40.20	0.390
1930/31	43.60	1.34	1957/58	38.56	0.650
1931/32	75	1.100	1958/59	72.33	1.255
1932/33	153.70	1.100	1959/60	28.53	0.300
1933/34	83.70	1.100	1960/61	28.80	0.698
1934/35	136.20	1.096	1961/62	40.00	0.579
1935/36	52.40	1.020	1962/63	42.84	0.475
1936/37	39.30	1.000	1963/64	36.00	0.420
1937/38	67.20	0.605	1964/65	180.13	0.498
1938/39	83.70	0.740	1965/66	60.28	0.204
1939/40	63.70	0.820	1966/67	130.31	0.256
1940/41	79.35	0.940	1967/68	20.42	0.413
1941/42	91.85	1.200	1968/69	35.24	0.352
1942/43	71.52	1.000	1969/70	150.18	0.352
1943/44	81.09	1.600	1970/71	56.90	0.765
1944/45	43.25	0.700	1971/72	180.00	0.765
1945/46	112.00	0.900	1972/73	49.60	1.400

**SERIE ANUAL DE DESCARGAS MÁXIMAS EN BASE A LAS
DESCARGAS MÁXIMAS DIARIAS (m³/s) DEL RÍO CHILLÓN
ESTACIÓN PUENTE MAGDALENA**

Año	Q máx.	Q mín.	Año	Q máx.	Q mín.
1973/74	s/d	1.352	1986/87	35.00	0.500
1974/75	98.52	1.500	1987/88	29.00	0.450
1975/76	42.50	1.390	1988/89	47.00	1.000
1976/77	65.45	1.280	1989/90	38.00	0.360
1977/78	30.10	1.000	1990/91	31.00	0.500
1978/79	47.48	0.970	1991/92	36.00	0.400
1979/80	32.71	0.395	1992/93	29.20	0.250
1980/81	35.10	0.600	1993/94	27.10	0.300
1981/82	28.40	0.500	1994/95	35.20	0.240
1982/83	20.00	1.100	1995/96	30.30	1.100
1983/84	30.30	0.400	1996/97	31.20	0.300
1984/85	28.00	2.040	1997/98	70.00	0.700
1985/86	30.00	0.700			

FUENTE: SENAMHI

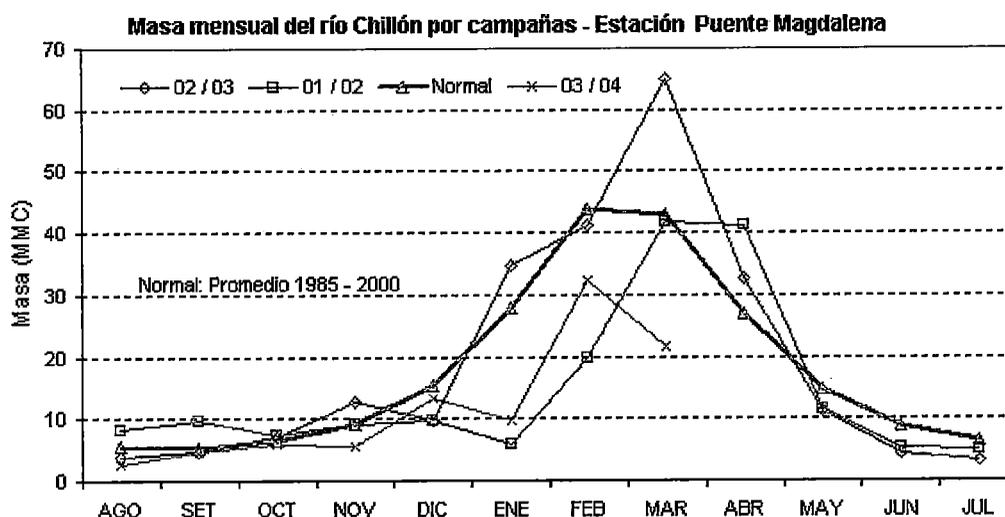


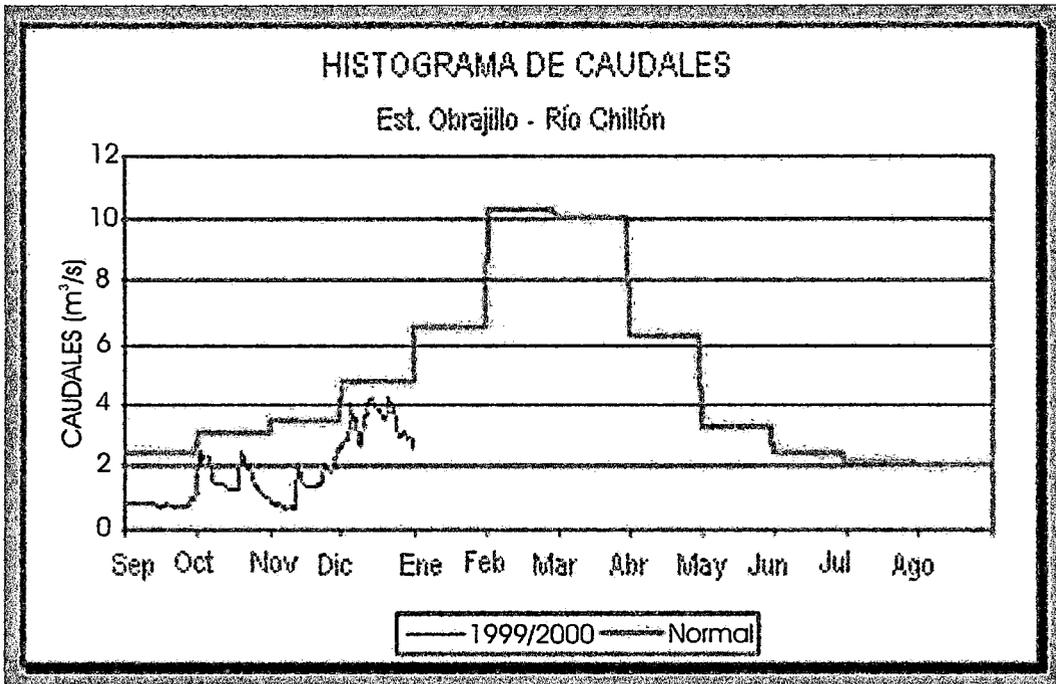
Figura 4.3: Estación Puente Magdalena

Latitud sur: 11° 42'

Longitud oeste: 76°51'

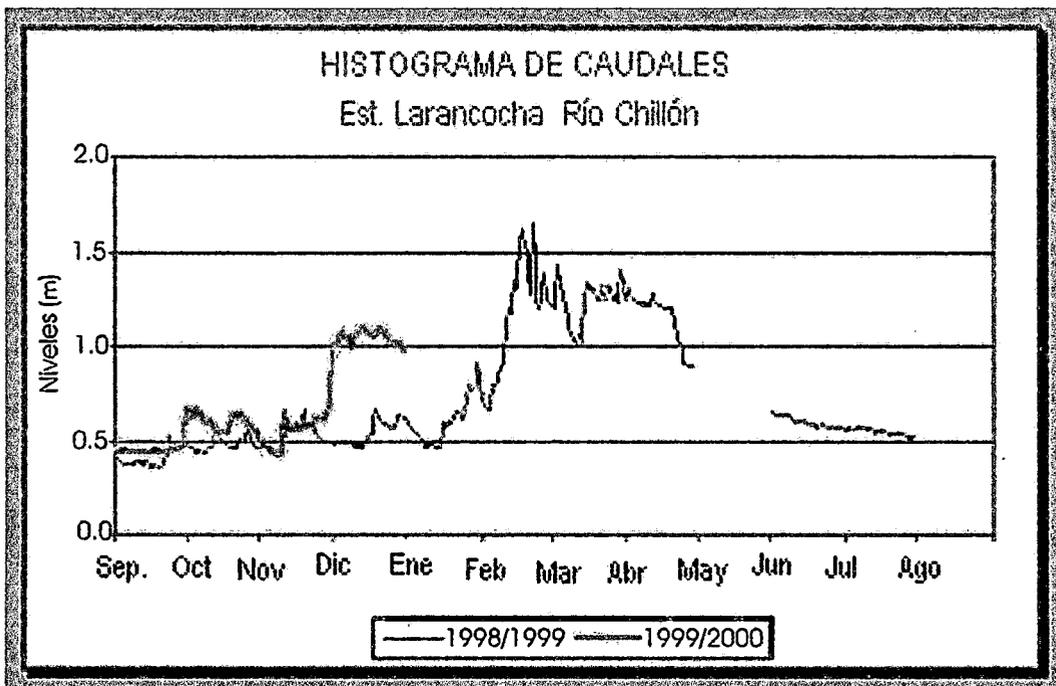
Altitud: 950 m.s.n.m.

HISTOGRAMA DE CAUDALES – RÍO CHILLÓN



FUENTE: SENAMHI – 2002

Figura 4.4: Estación Obrajillo.



FUENTE: SENAMHI – 2002

Figura 4.5: Estación Larancocha.

Análisis Hidrológico

En base a la información histórica disponible se ha efectuado un análisis estadístico de Máximas Avenidas en el Río Chillón, utilizándose las siguientes distribuciones teóricas:

- ❖ Log Normal.
- ❖ Log – Pearson Tipo III.
- ❖ Valores extremos Tipo I o Gumbel.

Los valores de los caudales obtenidos para las distribuciones teóricas anteriormente mencionadas se muestran en las tablas 4.11, 4.12 y 4.13.

Para decidir cual de estas distribuciones se ajusta más a los datos, se realizó la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov – Smirnov obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 4.14.

De la Tabla 4.14 se puede observar que para un grado de significancia del 95% ($\alpha = 5\%$) todos los valores de $\Delta_{\text{máx}}$ son menores que el Δ_{TEORICO} tomado de tablas. Entonces es posible tomar cualquiera de las distribuciones teniendo en cuenta que el $\Delta_{\text{máx}}$ sea el menor de los tres encontrados; este valor corresponde a la distribución Log Normal, sin embargo debemos realizar algunas precisiones sobre los valores mostrados en las tablas correspondientes a caudales obtenidos para las distribuciones teóricas (Tabla 4.11, 4.12 y 4.13).

Comparando los valores de los caudales obtenidos de las distribuciones Log Normal y Gumbel, los resultantes de la primera distribución son menores que los de la segunda para los periodos de retorno menores a 100 años, aumentando para el periodo de 500 años. Teniendo en cuenta que el análisis busca conocer los efectos de caudales con periodos de retornos más comunes, es decir caudales que se repitan frecuentemente y considerando un criterio conservador, la distribución elegida para la

determinación de los caudales es Gumbel, el cuadro siguiente muestra los valores obtenidos:

Tabla 4.10
MÁXIMOS CAUDALES EN EL RÍO CHILLÓN PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO (TR)

Periodo de Retorno T_r (años)	Y_{Gumbel}	K_{Gumbel}	$Q_{\text{máx}}$ (m ³ /s)
2	0.367	-0.158	56
5	1.500	0.786	90
10	2.250	1.425	113
50	3.902	2.814	162
100	4.600	3.401	183
200	5.296	3.986	204
500	6.214	4.758	231
1000	6.907	5.342	252

Donde:

$$Y = \ln \left(\frac{1}{\ln \left(\frac{1}{1 - \frac{1}{T_r}} \right)} \right) ; \quad K = \frac{Y - Y_n}{\sigma_n}$$

$$Q = Q_m + K * \sigma_Q$$

Q_m : media aritmética.

σ_Q : desviación estándar.

Si se compara el caudal registrado en la última inundación (2001); ($Q \cong 40 \text{ m}^3/\text{s} - 60 \text{ m}^3/\text{s}$) con los valores de la tabla, se llega a la conclusión que ésta se presentó con caudales de muy bajo periodo de retorno, es decir con caudales que se repiten frecuentemente.

Esto no hace más que evidenciar la alta vulnerabilidad de los sectores afectados por las inundaciones.

TABLA N°4.11
DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL

Media (Ln Q_0)	3.986
Des. Std (Ln Q_0)	0.527

# de orden.	Q_0 (m ³ /s)	Ln (Q_0)	$K = z$	P'	P	$P = 1 - P$	$T_r = 1/P$ (años)
1	180.13	5.194	2.29	0.9890	0.9890	0.0110	90.91
2	180.00	5.193	2.29	0.9890	0.9890	0.0110	90.91
3	153.70	5.035	1.99	0.9767	0.9767	0.0233	42.92
4	150.18	5.012	1.95	0.9744	0.9744	0.0256	39.06
5	136.20	4.914	1.76	0.9608	0.9608	0.0392	25.51
6	130.31	4.870	1.68	0.9535	0.9535	0.0465	21.51
7	120.00	4.787	1.52	0.9357	0.9357	0.0643	15.55
8	112.00	4.718	1.39	0.9177	0.9177	0.0823	12.15
9	107.00	4.673	1.30	0.9032	0.9032	0.0968	10.33
10	98.52	4.590	1.15	0.8749	0.8749	0.1251	7.99
11	96.80	4.573	1.11	0.8665	0.8665	0.1335	7.49
12	91.85	4.520	1.01	0.8438	0.8438	0.1562	6.40
13	85.61	4.450	0.88	0.8106	0.8106	0.1894	5.28
14	85.00	4.443	0.87	0.8078	0.8078	0.1922	5.20
15	83.70	4.427	0.84	0.7995	0.7995	0.2005	4.99
16	83.70	4.427	0.84	0.7995	0.7995	0.2005	4.99
17	81.09	4.396	0.78	0.7823	0.7823	0.2177	4.59
18	79.35	4.374	0.74	0.7704	0.7704	0.2296	4.36
19	78.20	4.359	0.71	0.7611	0.7611	0.2389	4.19
20	76.50	4.337	0.67	0.7486	0.7486	0.2514	3.98
21	75.00	4.317	0.63	0.7357	0.7357	0.2643	3.78
22	75.00	4.317	0.63	0.7357	0.7357	0.2643	3.78
23	72.33	4.281	0.56	0.7123	0.7123	0.2877	3.48
24	72.00	4.277	0.55	0.7088	0.7088	0.2912	3.43
25	71.52	4.270	0.54	0.7054	0.7054	0.2946	3.39
26	71.00	4.263	0.53	0.7019	0.7019	0.2981	3.35
27	70.00	4.248	0.50	0.6915	0.6915	0.3085	3.24
28	70.00	4.248	0.50	0.6915	0.6915	0.3085	3.24
29	70.00	4.248	0.50	0.6915	0.6915	0.3085	3.24
30	68.00	4.220	0.44	0.6700	0.6700	0.3300	3.03
31	67.20	4.208	0.42	0.6628	0.6628	0.3372	2.97
32	65.45	4.181	0.37	0.6443	0.6443	0.3557	2.81
33	65.10	4.176	0.36	0.6406	0.6406	0.3594	2.78
34	63.70	4.154	0.32	0.6255	0.6255	0.3745	2.67
35	60.28	4.099	0.21	0.5832	0.5832	0.4168	2.40
36	56.90	4.041	0.11	0.5438	0.5438	0.4562	2.19
37	56.00	4.025	0.08	0.5319	0.5319	0.4681	2.14
38	52.60	3.963	-0.04	0.5160	0.4840	0.5160	1.94
39	52.40	3.959	-0.05	0.5199	0.4801	0.5199	1.92
40	50.70	3.926	-0.11	0.5438	0.4562	0.5438	1.84
41	50.00	3.912	-0.14	0.5557	0.4443	0.5557	1.80
42	49.60	3.904	-0.16	0.5636	0.4364	0.5636	1.77
43	49.50	3.902	-0.16	0.5636	0.4364	0.5636	1.77
44	47.48	3.860	-0.24	0.5948	0.4052	0.5948	1.68
45	47.00	3.850	-0.26	0.6026	0.3974	0.6026	1.66
46	45.00	3.807	-0.34	0.6331	0.3669	0.6331	1.58
47	43.60	3.775	-0.40	0.6554	0.3446	0.6554	1.53
48	43.25	3.767	-0.41	0.6191	0.3809	0.6191	1.62
49	42.84	3.757	-0.43	0.6664	0.3336	0.6664	1.50

TABLA N°4.11
DISTRIBUCIÓN LOGNORMAL

# de orden	Q_0 (m ³ /s)	$\ln(Q_0)$	$K = z$	P'	P	$P = 1 - P$	$T_r = 1/P$ (años)
50	42.50	3.750	-0.45	0.6736	0.3264	0.6736	1.48
51	42.45	3.748	-0.45	0.6736	0.3264	0.6736	1.48
52	40.20	3.694	-0.55	0.7088	0.2912	0.7088	1.41
53	40.00	3.689	-0.56	0.7123	0.2877	0.7123	1.40
54	39.30	3.671	-0.60	0.7257	0.2743	0.7257	1.38
55	38.56	3.652	-0.63	0.7357	0.2643	0.7357	1.36
56	38.00	3.638	-0.66	0.7454	0.2546	0.7454	1.34
57	36.00	3.584	-0.76	0.7764	0.2236	0.7764	1.29
58	36.00	3.584	-0.76	0.7764	0.2236	0.7764	1.29
59	35.24	3.562	-0.80	0.7881	0.2119	0.7881	1.27
60	35.20	3.561	-0.81	0.7910	0.2090	0.7910	1.26
61	35.10	3.558	-0.81	0.7910	0.2090	0.7910	1.26
62	35.00	3.555	-0.82	0.7939	0.2061	0.7939	1.26
63	32.72	3.488	-0.94	0.8264	0.1736	0.8264	1.21
64	31.20	3.440	-1.03	0.8485	0.1515	0.8485	1.18
65	31.00	3.434	-1.05	0.8531	0.1469	0.8531	1.17
66	30.30	3.411	-1.09	0.8621	0.1379	0.8621	1.16
67	30.30	3.411	-1.09	0.8621	0.1379	0.8621	1.16
68	30.10	3.405	-1.10	0.8643	0.1357	0.8643	1.16
69	30.00	3.401	-1.11	0.8665	0.1335	0.8665	1.15
70	29.20	3.374	-1.16	0.8770	0.1230	0.8770	1.14
71	29.00	3.367	-1.17	0.8790	0.1210	0.8790	1.14
72	28.80	3.360	-1.19	0.8830	0.1170	0.8830	1.13
73	28.53	3.351	-1.20	0.8849	0.1151	0.8849	1.13
74	28.40	3.346	-1.21	0.8869	0.1131	0.8869	1.13
75	28.00	3.332	-1.24	0.8925	0.1075	0.8925	1.12
76	27.10	3.300	-1.30	0.9032	0.0968	0.9032	1.11
77	20.42	3.017	-1.84	0.9671	0.0329	0.9671	1.03
78	20.00	2.996	-1.88	0.9699	0.0301	0.9699	1.03
79	19.00	2.944	-1.97	0.9756	0.0244	0.9756	1.03

**MÁXIMOS CAUDALES PARA
DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

T_r (AÑOS)	P TEÓRICA	K	Q_{MAX} (m ³ /s)
2	50.00%	0.00	53
5	80.00%	0.84	83
10	90.00%	1.28	105
50	98.00%	2.06	159
100	99.00%	2.33	183
200	99.50%	2.57	208
500	99.80%	2.88	245
1000	99.90%	3.08	273

TABLA N°4.12
DISTRIBUCIÓN LOGPEARSON III

Media (Log Q_0)	1.731
Des. Std (Log Q_0)	0.229
Coef. asimetría	0.285

# de orden	Q_0 (m ³ /s)	Log (Q_0)	K	P TEORICA	P NO EXCEDENCIA	Tr (AÑOS)
1	180.13	2.256	2.291	0.0174	0.9826	57.634
2	180.00	2.255	2.289	0.0174	0.9826	57.497
3	153.70	2.187	1.990	0.0319	0.9681	31.350
4	150.18	2.177	1.946	0.0343	0.9657	29.115
5	136.20	2.134	1.761	0.0494	0.9506	20.253
6	130.31	2.115	1.677	0.0588	0.9412	17.021
7	120.00	2.079	1.520	0.0762	0.9238	13.118
8	112.00	2.049	1.390	0.0909	0.9091	11.006
9	107.00	2.029	1.303	0.1010	0.8990	9.900
10	98.52	1.994	1.146	0.1334	0.8666	7.494
11	96.80	1.986	1.113	0.1403	0.8597	7.125
12	91.85	1.963	1.013	0.1610	0.8390	6.213
13	85.61	1.933	0.880	0.1886	0.8114	5.303
14	85.00	1.929	0.866	0.1914	0.8086	5.225
15	83.70	1.923	0.837	0.1974	0.8026	5.065
16	83.70	1.923	0.837	0.1974	0.8026	5.065
17	81.09	1.909	0.777	0.2164	0.7836	4.621
18	79.35	1.900	0.736	0.2306	0.7694	4.337
19	78.20	1.893	0.708	0.2401	0.7599	4.165
20	76.50	1.884	0.667	0.2544	0.7456	3.930
21	75.00	1.875	0.629	0.2673	0.7327	3.741
22	75.00	1.875	0.629	0.2673	0.7327	3.741
23	72.33	1.859	0.560	0.2910	0.7090	3.437
24	72.00	1.857	0.552	0.2940	0.7060	3.402
25	71.52	1.854	0.539	0.2983	0.7017	3.352
26	71.00	1.851	0.525	0.3031	0.6969	3.299
27	70.00	1.845	0.498	0.3123	0.6877	3.202
28	70.00	1.845	0.498	0.3123	0.6877	3.202
29	70.00	1.845	0.498	0.3123	0.6877	3.202
30	68.00	1.833	0.443	0.3312	0.6688	3.019
31	67.20	1.827	0.421	0.3389	0.6611	2.950
32	65.45	1.816	0.371	0.3562	0.6438	2.808
33	65.10	1.814	0.361	0.3597	0.6403	2.780
34	63.70	1.804	0.319	0.3738	0.6262	2.675
35	60.28	1.780	0.215	0.4098	0.5902	2.440
36	56.90	1.755	0.105	0.4475	0.5525	2.235
37	56.00	1.748	0.075	0.4578	0.5422	2.184
38	52.60	1.721	-0.044	0.4987	0.5013	2.005
39	52.40	1.719	-0.051	0.5013	0.4987	1.995
40	50.70	1.705	-0.113	0.5246	0.4754	1.906
41	50.00	1.699	-0.140	0.5344	0.4656	1.871
42	49.60	1.695	-0.155	0.5401	0.4599	1.852
43	49.50	1.695	-0.159	0.5415	0.4585	1.847
44	47.48	1.677	-0.238	0.5709	0.4291	1.751
45	47.00	1.672	-0.257	0.5781	0.4219	1.730
46	45.00	1.653	-0.340	0.6089	0.3911	1.642
47	43.60	1.639	-0.400	0.6312	0.3688	1.584

TABLA N°4.12
DISTRIBUCIÓN LOGPEARSON III

# de orden	Q _o (m ³ /s)	Log (Q _o)	K	P TEORICA	P NO EXCEDENCIA	T _r (AÑOS)
48	43.25	1.636	-0.415	0.6369	0.3631	1.570
49	42.84	1.632	-0.433	0.6436	0.3564	1.554
50	42.50	1.628	-0.448	0.6492	0.3508	1.540
51	42.45	1.628	-0.450	0.6501	0.3499	1.538
52	40.20	1.604	-0.553	0.6886	0.3114	1.452
53	40.00	1.602	-0.563	0.6921	0.3079	1.445
54	39.30	1.594	-0.596	0.7046	0.2954	1.419
55	38.56	1.586	-0.632	0.7180	0.2820	1.393
56	38.00	1.580	-0.660	0.7283	0.2717	1.373
57	36.00	1.556	-0.763	0.7665	0.2335	1.305
58	36.00	1.556	-0.763	0.7665	0.2335	1.305
59	35.24	1.547	-0.803	0.7816	0.2184	1.279
60	35.20	1.547	-0.805	0.7824	0.2176	1.278
61	35.10	1.545	-0.811	0.7844	0.2156	1.275
62	35.00	1.544	-0.816	0.7864	0.2136	1.272
63	32.72	1.515	-0.944	0.8137	0.1863	1.229
64	31.20	1.494	-1.034	0.8273	0.1727	1.209
65	31.00	1.491	-1.046	0.8292	0.1708	1.206
66	30.30	1.481	-1.090	0.8357	0.1643	1.197
67	30.30	1.481	-1.090	0.8357	0.1643	1.197
68	30.10	1.479	-1.102	0.8376	0.1624	1.194
69	30.00	1.477	-1.108	0.8385	0.1615	1.193
70	29.20	1.465	-1.160	0.8462	0.1538	1.182
71	29.00	1.462	-1.173	0.8482	0.1518	1.179
72	28.80	1.459	-1.186	0.8502	0.1498	1.176
73	28.53	1.455	-1.204	0.8528	0.1472	1.173
74	28.40	1.453	-1.212	0.8542	0.1458	1.171
75	28.00	1.447	-1.239	0.8582	0.1418	1.165
76	27.10	1.433	-1.301	0.8675	0.1325	1.153
77	20.42	1.310	-1.838	0.9483	0.0517	1.055
78	20.00	1.301	-1.877	0.9542	0.0458	1.048
79	19.00	1.279	-1.975	0.9689	0.0311	1.032

**MÁXIMOS CAUDALES PARA
DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

T _r (AÑOS)	P TEÓRICA	K	Q MÁX (m ³ /s)
2	50.00%	-0.047	52
5	80.00%	0.825	83
10	90.00%	1.308	107
50	98.00%	2.203	172
100	99.00%	2.533	204
200	99.50%	2.904	248
500	99.80%	3.301	306
1000	99.90%	3.585	356

TABLA N°4.13

DISTRIBUCIÓN GUMBEL - VALOR EXTREMO TIPO I

Media (Q_0)	62.04	y_n	0.5567
Des. Std (Q_0)	35.80	σ_n	1.1931

# de orden	Q_0 (m ³ /s)	K	Y	$P_{TEÓRICA}$	$P_{OBSERVADA}$	T_r (AÑOS)
1	180.13	3.298	4.492	0.989	0.011	89.792
2	180.00	3.295	4.488	0.989	0.011	89.406
3	153.70	2.560	3.611	0.973	0.027	37.512
4	150.18	2.462	3.494	0.970	0.030	33.416
5	136.20	2.071	3.028	0.953	0.047	21.161
6	130.31	1.907	2.832	0.943	0.057	17.480
7	120.00	1.619	2.488	0.920	0.080	12.547
8	112.00	1.396	2.222	0.897	0.103	9.731
9	107.00	1.256	2.055	0.880	0.120	8.318
10	98.52	1.019	1.772	0.844	0.156	6.399
11	96.80	0.971	1.715	0.835	0.165	6.072
12	91.85	0.833	1.550	0.809	0.191	5.230
13	85.61	0.658	1.342	0.770	0.230	4.349
14	85.00	0.641	1.322	0.766	0.234	4.273
15	83.70	0.605	1.279	0.757	0.243	4.115
16	83.70	0.605	1.279	0.757	0.243	4.115
17	81.09	0.532	1.192	0.738	0.262	3.818
18	79.35	0.484	1.134	0.725	0.275	3.634
19	78.20	0.451	1.095	0.716	0.284	3.518
20	76.50	0.404	1.039	0.702	0.298	3.355
21	75.00	0.362	0.989	0.689	0.311	3.219
22	75.00	0.362	0.989	0.689	0.311	3.219
23	72.33	0.287	0.900	0.666	0.334	2.993
24	72.00	0.278	0.889	0.663	0.337	2.966
25	71.52	0.265	0.873	0.658	0.342	2.928
26	71.00	0.250	0.855	0.654	0.346	2.888
27	70.00	0.222	0.822	0.644	0.356	2.812
28	70.00	0.222	0.822	0.644	0.356	2.812
29	70.00	0.222	0.822	0.644	0.356	2.812
30	68.00	0.167	0.755	0.625	0.375	2.667
31	67.20	0.144	0.729	0.617	0.383	2.613
32	65.45	0.095	0.670	0.600	0.400	2.498
33	65.10	0.086	0.659	0.596	0.404	2.475
34	63.70	0.046	0.612	0.581	0.419	2.389
35	60.28	-0.049	0.498	0.545	0.455	2.196
36	56.90	-0.143	0.386	0.507	0.493	2.027
37	56.00	-0.169	0.356	0.496	0.504	1.985
38	52.60	-0.264	0.242	0.456	0.544	1.839
39	52.40	-0.269	0.236	0.454	0.546	1.831
40	50.70	-0.317	0.179	0.433	0.567	1.765
41	50.00	-0.336	0.156	0.425	0.575	1.739
42	49.60	-0.347	0.142	0.420	0.580	1.724
43	49.50	-0.350	0.139	0.419	0.581	1.721
44	47.48	-0.407	0.072	0.394	0.606	1.651
45	47.00	-0.420	0.056	0.388	0.612	1.635
46	45.00	-0.476	-0.011	0.364	0.636	1.572
47	43.60	-0.515	-0.058	0.347	0.653	1.531
48	43.25	-0.525	-0.069	0.342	0.658	1.521
49	42.84	-0.536	-0.083	0.337	0.663	1.509

TABLA N°4.13

DISTRIBUCIÓN GUMBEL - VALOR EXTREMO TIPO I

# de orden	Q _o (m ³ /s)	K	Y	P _{TEÓRICA}	P _{OBSERVADA}	Tr (AÑOS)
50	42.50	-0.546	-0.094	0.333	0.667	1.500
51	42.45	-0.547	-0.096	0.333	0.667	1.498
52	40.20	-0.610	-0.171	0.305	0.695	1.439
53	40.00	-0.616	-0.178	0.303	0.697	1.434
54	39.30	-0.635	-0.201	0.294	0.706	1.417
55	38.56	-0.656	-0.226	0.286	0.714	1.400
56	38.00	-0.671	-0.244	0.279	0.721	1.387
57	36.00	-0.727	-0.311	0.255	0.745	1.343
58	36.00	-0.727	-0.311	0.255	0.745	1.343
59	35.24	-0.748	-0.336	0.247	0.753	1.327
60	35.20	-0.750	-0.338	0.246	0.754	1.327
61	35.10	-0.752	-0.341	0.245	0.755	1.325
62	35.00	-0.755	-0.344	0.244	0.756	1.323
63	32.72	-0.819	-0.420	0.218	0.782	1.279
64	31.20	-0.861	-0.471	0.202	0.798	1.253
65	31.00	-0.867	-0.478	0.199	0.801	1.249
66	30.30	-0.886	-0.501	0.192	0.808	1.238
67	30.30	-0.886	-0.501	0.192	0.808	1.238
68	30.10	-0.892	-0.508	0.190	0.810	1.234
69	30.00	-0.895	-0.511	0.189	0.811	1.233
70	29.20	-0.917	-0.538	0.181	0.819	1.220
71	29.00	-0.923	-0.544	0.178	0.822	1.217
72	28.80	-0.928	-0.551	0.176	0.824	1.214
73	28.53	-0.936	-0.560	0.174	0.826	1.210
74	28.40	-0.940	-0.564	0.172	0.828	1.208
75	28.00	-0.951	-0.578	0.168	0.832	1.202
76	27.10	-0.976	-0.607	0.159	0.841	1.190
77	20.42	-1.162	-0.830	0.101	0.899	1.112
78	20.00	-1.174	-0.844	0.098	0.902	1.108
79	19.00	-1.202	-0.877	0.090	0.910	1.099

**MÁXIMOS CAUDALES PARA
DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO**

Tr (AÑOS)	Probabilidad	Y _{GUMBEL}	K _{GUMBEL}	Q _{MAX} (m ³ /s)
2	50.00%	0.367	-0.159	56
5	80.00%	1.500	0.791	90
10	90.00%	2.250	1.420	112
50	98.00%	3.902	2.804	162
100	99.00%	4.600	3.389	183
200	99.50%	5.296	3.972	204
500	99.80%	6.214	4.742	231
1000	99.90%	6.907	5.323	252

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE - KOLMOGOROV - SMIRNOV

Media (Q_0)	62.037
Des. Std (Q_0)	35.803

Media ($\ln Q_0$)	3.986
Des. Std ($\ln Q_0$)	0.527

Media ($\log Q_0$)	1.731
Des. Std ($\log Q_0$)	0.229
Coef. asimetría	0.285

$Y_n =$	0.5567	$a =$	0.03
$\sigma_n =$	1.1931	$U =$	45.33

m. de orden	LOGNORMAL										LOG PEARSON TIPO III										GUMBEL			
	Q_0 (m ³ /s)	$P_{WEIBULL}$	$\ln Q_0$	k	P TEORICA	P	delta	$\log Q_0$	k	P	delta	k	y	P TEORICA	P	delta	Q_0	σ	μ	λ				
1	180.13	0.0125	5.1937	2.2906	0.9890	0.0110	0.0015	2.2556	2.2906	0.0174	0.0049	3.2984	4.4919	0.9889	0.0111	0.0014								
2	180.00	0.0250	5.1930	2.2893	0.9890	0.0110	0.0140	2.2553	2.2893	0.0174	0.0076	3.2948	4.4876	0.9888	0.0112	0.0138								
3	153.70	0.0375	5.0350	1.9897	0.9767	0.0233	0.0142	2.1867	1.9897	0.0319	0.0056	2.5602	3.6112	0.9733	0.0267	0.0108								
4	150.18	0.0500	5.0118	1.9458	0.9744	0.0256	0.0244	2.1766	1.9458	0.0343	0.0157	2.4619	3.4939	0.9701	0.0299	0.0201								
5	136.20	0.0625	4.9141	1.7605	0.9608	0.0392	0.0233	2.1342	1.7605	0.0494	0.0131	2.0714	3.0280	0.9527	0.0473	0.0152								
6	130.31	0.0750	4.8699	1.6767	0.9535	0.0465	0.0285	2.1150	1.6767	0.0588	0.0162	1.9069	2.8318	0.9428	0.0572	0.0178								
7	120.00	0.0875	4.7875	1.5204	0.9357	0.0643	0.0232	2.0792	1.5204	0.0762	0.0113	1.6190	2.4882	0.9203	0.0797	0.0078								
8	112.00	0.1000	4.7185	1.3895	0.9177	0.0823	0.0177	2.0492	1.3895	0.0909	0.0091	1.3955	2.2216	0.8972	0.1028	0.0028								
9	107.00	0.1125	4.6728	1.3029	0.9032	0.0968	0.0157	2.0294	1.3029	0.1010	0.0115	1.2559	2.0550	0.8798	0.1202	0.0077								
10	98.52	0.1250	4.5903	1.1464	0.8749	0.1251	0.0001	1.9935	1.1464	0.1334	0.0084	1.0190	1.7724	0.8437	0.1563	0.0313								
11	96.80	0.1375	4.5726	1.1130	0.8665	0.1335	0.0040	1.9859	1.1130	0.1403	0.0028	0.9710	1.7151	0.8353	0.1647	0.0272								
12	91.85	0.1500	4.5202	1.0134	0.8438	0.1562	0.0062	1.9631	1.0134	0.1610	0.0110	0.8327	1.5502	0.8088	0.1912	0.0412								
13	85.61	0.1625	4.4498	0.8800	0.8106	0.1894	0.0269	1.9325	0.8800	0.1886	0.0261	0.6584	1.3422	0.7701	0.2299	0.0674								
14	85.00	0.1750	4.4272	0.8664	0.8078	0.1922	0.0172	1.9294	0.8664	0.1914	0.0164	0.6414	1.3219	0.7660	0.2340	0.0590								
15	83.70	0.1875	4.4272	0.8372	0.7995	0.2005	0.0130	1.9227	0.8372	0.1974	0.0099	0.6051	1.2786	0.7570	0.2430	0.0555								
16	83.70	0.2000	4.4272	0.8372	0.7995	0.2005	0.0005	1.9227	0.8372	0.1974	0.0026	0.6051	1.2786	0.7570	0.2430	0.0430								
17	81.09	0.2125	4.3956	0.7771	0.7823	0.2177	0.0052	1.9090	0.7771	0.2164	0.0039	0.5322	1.1916	0.7381	0.2619	0.0494								
18	79.35	0.2250	4.3739	0.7360	0.7704	0.2296	0.0046	1.8995	0.7360	0.2306	0.0056	0.4836	1.1336	0.7248	0.2752	0.0502								
19	78.20	0.2375	4.3593	0.7083	0.7611	0.2389	0.0014	1.8932	0.7083	0.2401	0.0026	0.4515	1.0953	0.7157	0.2843	0.0468								
20	76.50	0.2500	4.3373	0.6667	0.7486	0.2514	0.0014	1.8837	0.6667	0.2544	0.0044	0.4040	1.0387	0.7019	0.2981	0.0481								
21	75.00	0.2625	4.3175	0.6291	0.7357	0.2643	0.0018	1.8751	0.6291	0.2673	0.0048	0.3621	0.9887	0.6893	0.3107	0.0482								
22	75.00	0.2750	4.3175	0.6291	0.7357	0.2643	0.0107	1.8751	0.6291	0.2673	0.0077	0.3621	0.9887	0.6893	0.3107	0.0357								
23	72.33	0.2875	4.2812	0.5604	0.7123	0.2877	0.0002	1.8593	0.5604	0.2910	0.0035	0.2875	0.8997	0.6658	0.3342	0.0467								
24	72.00	0.3000	4.2767	0.5517	0.7088	0.2912	0.0088	1.8573	0.5517	0.2940	0.0060	0.2783	0.8887	0.6629	0.3371	0.0371								
25	71.52	0.3125	4.2700	0.5390	0.7054	0.2946	0.0179	1.8544	0.5390	0.2983	0.0142	0.2649	0.8727	0.6585	0.3415	0.0290								
26	71.00	0.3250	4.2627	0.5252	0.7019	0.2981	0.0269	1.8513	0.5252	0.3031	0.0219	0.2503	0.8554	0.6537	0.3463	0.0213								
27	70.00	0.3375	4.2485	0.4983	0.6915	0.3085	0.0290	1.8451	0.4983	0.3123	0.0252	0.2224	0.8221	0.6443	0.3557	0.0182								
28	70.00	0.3500	4.2485	0.4983	0.6915	0.3085	0.0415	1.8451	0.4983	0.3123	0.0377	0.2224	0.8221	0.6443	0.3557	0.0057								

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE - KOLMOGOROV - SMIRNOV

m de orden	Q ₀ (m ³ /s)	LOGNORMAL				LOG PEARSON TIPO III				GUMBEL						
		P WEIBULL	Ln Q ₀	k	P TEÓRICA	P	delta	Log Q ₀	k	P	delta	k	y	P TEÓRICA	P	delta
29	70.00	0.3625	4.2485	0.4983	0.6915	0.3085	0.0540	1.8451	0.4983	0.3123	0.0502	0.2224	0.8221	0.6443	0.3557	0.0068
30	68.00	0.3750	4.2195	0.4433	0.6700	0.3300	0.0450	1.8325	0.4433	0.3312	0.0438	0.1666	0.7554	0.6251	0.3749	0.0001
31	67.20	0.3875	4.2077	0.4209	0.6628	0.3372	0.0503	1.8274	0.4209	0.3389	0.0486	0.1442	0.7288	0.6172	0.3828	0.0047
32	65.45	0.4000	4.1813	0.3708	0.6443	0.3557	0.0443	1.8159	0.3708	0.3562	0.0438	0.0953	0.6704	0.5996	0.4004	0.0004
33	65.10	0.4125	4.1759	0.3607	0.6406	0.3594	0.0531	1.8136	0.3607	0.3597	0.0528	0.0856	0.6588	0.5960	0.4040	0.0085
34	63.70	0.4250	4.1542	0.3194	0.6255	0.3745	0.0505	1.8041	0.3194	0.3738	0.0512	0.0465	0.6121	0.5815	0.4185	0.0065
35	60.28	0.4375	4.0990	0.2148	0.5832	0.4168	0.0207	1.7802	0.2148	0.4098	0.0277	-0.0491	0.4982	0.5446	0.4554	0.0179
36	56.90	0.4500	4.0413	0.1054	0.5438	0.4562	0.0062	1.7551	0.1054	0.4475	0.0025	-0.1435	0.3855	0.5066	0.4934	0.0434
37	56.00	0.4625	4.0254	0.0751	0.5319	0.4681	0.0056	1.7482	0.0751	0.4578	0.0047	-0.1686	0.3555	0.4962	0.5038	0.0413
38	52.60	0.4750	3.9627	-0.0437	0.4840	0.5160	0.0410	1.7210	-0.0437	0.4987	0.0237	-0.2636	0.2422	0.4562	0.5438	0.0688
39	52.40	0.4875	3.9589	-0.0509	0.4801	0.5199	0.0324	1.7193	-0.0509	0.5013	0.0138	-0.2692	0.2356	0.4538	0.5462	0.0587
40	50.70	0.5000	3.9259	-0.1134	0.4562	0.5438	0.0438	1.7050	-0.1134	0.5246	0.0246	-0.3166	0.1789	0.4334	0.5666	0.0666
41	50.00	0.5125	3.9120	-0.1398	0.4443	0.5557	0.0432	1.6990	-0.1398	0.5344	0.0219	-0.3362	0.1556	0.4249	0.5751	0.0626
42	49.60	0.5250	3.9040	-0.1550	0.4364	0.5636	0.0386	1.6955	-0.1550	0.5401	0.0151	-0.3474	0.1423	0.4200	0.5800	0.0550
43	49.50	0.5375	3.9020	-0.1588	0.4364	0.5636	0.0261	1.6946	-0.1588	0.5415	0.0040	-0.3502	0.1389	0.4188	0.5812	0.0437
44	47.48	0.5500	3.8603	-0.2378	0.4052	0.5948	0.0448	1.6765	-0.2378	0.5709	0.0209	-0.4066	0.0716	0.3942	0.6058	0.0558
45	47.00	0.5625	3.8501	-0.2571	0.3974	0.6026	0.0401	1.6721	-0.2571	0.5781	0.0156	-0.4200	0.0556	0.3883	0.6117	0.0492
46	45.00	0.5750	3.8067	-0.3396	0.3669	0.6331	0.0581	1.6532	-0.3396	0.6089	0.0339	-0.4759	-0.0110	0.3638	0.6362	0.0612
47	43.60	0.5875	3.7751	-0.3995	0.3446	0.6554	0.0679	1.6395	-0.3995	0.6312	0.0437	-0.5150	-0.0577	0.3467	0.6533	0.0658
48	43.25	0.6000	3.7670	-0.4148	0.3809	0.6191	0.0191	1.6360	-0.4148	0.6369	0.0369	-0.5247	-0.0693	0.3424	0.6576	0.0576
49	42.84	0.6125	3.7575	-0.4329	0.3336	0.6664	0.0539	1.6318	-0.4329	0.6436	0.0311	-0.5362	-0.0830	0.3374	0.6626	0.0501
50	42.50	0.6250	3.7495	-0.4480	0.3264	0.6736	0.0486	1.6284	-0.4480	0.6492	0.0242	-0.5457	-0.0943	0.3332	0.6668	0.0418
51	42.45	0.6375	3.7483	-0.4502	0.3264	0.6736	0.0361	1.6279	-0.4502	0.6501	0.0126	-0.5471	-0.0960	0.3326	0.6674	0.0299
52	40.20	0.6500	3.6939	-0.5535	0.2912	0.7088	0.0588	1.6042	-0.5535	0.6886	0.0386	-0.6099	-0.1710	0.3053	0.6947	0.0447
53	40.00	0.6625	3.6889	-0.5629	0.2877	0.7123	0.0498	1.6021	-0.5629	0.6921	0.0296	-0.6155	-0.1776	0.3029	0.6971	0.0346
54	39.30	0.6750	3.6712	-0.5964	0.2743	0.7257	0.0507	1.5944	-0.5964	0.7046	0.0296	-0.6351	-0.2010	0.2945	0.7055	0.0305
55	38.56	0.6875	3.6522	-0.6325	0.2643	0.7357	0.0482	1.5861	-0.6325	0.7180	0.0305	-0.6557	-0.2256	0.2856	0.7144	0.0269
56	38.00	0.7000	3.6376	-0.6602	0.2546	0.7454	0.0454	1.5798	-0.6602	0.7283	0.0283	-0.6714	-0.2443	0.2790	0.7210	0.0210
57	36.00	0.7125	3.5835	-0.7627	0.2236	0.7764	0.0639	1.5563	-0.7627	0.7665	0.0540	-0.7272	-0.3109	0.2555	0.7445	0.0320
58	36.00	0.7250	3.5835	-0.7627	0.2236	0.7764	0.0514	1.5563	-0.7627	0.7665	0.0415	-0.7272	-0.3109	0.2555	0.7445	0.0195
59	35.24	0.7375	3.5622	-0.8032	0.2119	0.7881	0.0506	1.5470	-0.8032	0.7816	0.0441	-0.7485	-0.3362	0.2467	0.7533	0.0158
60	35.20	0.7500	3.5610	-0.8053	0.2090	0.7910	0.0410	1.5465	-0.8053	0.7824	0.0324	-0.7496	-0.3376	0.2462	0.7538	0.0038

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE - KOLMOGOROV - SMIRNOV

m de orden	LOGNORMAL					LOG PEARSON TIPO III					GUMBEL					
	Q ₀ (m³/s)	P WEIBULL	Ln Q ₀	k	P TEÓRICA	P	delta	Log Q ₀	k	P	delta	k	y	P TEÓRICA	P	delta
61	35.10	0.7625	3.5582	-0.8107	0.2090	0.7910	0.0285	1.5453	-0.8107	0.7844	0.0219	-0.7524	-0.3409	0.2451	0.7549	0.0076
62	35.00	0.7750	3.5553	-0.8161	0.2061	0.7939	0.0189	1.5441	-0.8161	0.7864	0.0114	-0.7552	-0.3442	0.2439	0.7561	0.0189
63	32.72	0.7875	3.4880	-0.9439	0.1736	0.8264	0.0389	1.5148	-0.9439	0.8137	0.0262	-0.8188	-0.4202	0.2182	0.7818	0.0057
64	31.20	0.8000	3.4404	-1.0341	0.1515	0.8485	0.0485	1.4942	-1.0341	0.8273	0.0273	-0.8613	-0.4709	0.2016	0.7984	0.0016
65	31.00	0.8125	3.4340	-1.0463	0.1469	0.8531	0.0406	1.4914	-1.0463	0.8292	0.0167	-0.8669	-0.4775	0.1995	0.8005	0.0120
66	30.30	0.8250	3.4111	-1.0896	0.1379	0.8621	0.0371	1.4814	-1.0896	0.8357	0.0107	-0.8864	-0.5009	0.1920	0.8080	0.0170
67	30.30	0.8375	3.4111	-1.0896	0.1379	0.8621	0.0246	1.4814	-1.0896	0.8357	0.0018	-0.8864	-0.5009	0.1920	0.8080	0.0295
68	30.10	0.8500	3.4045	-1.1022	0.1357	0.8643	0.0143	1.4786	-1.1022	0.8376	0.0124	-0.8920	-0.5075	0.1899	0.8101	0.0399
69	30.00	0.8625	3.4012	-1.1085	0.1335	0.8665	0.0040	1.4771	-1.1085	0.8385	0.0240	-0.8948	-0.5109	0.1889	0.8111	0.0514
70	29.20	0.8750	3.3742	-1.1597	0.1230	0.8770	0.0020	1.4654	-1.1597	0.8462	0.0288	-0.9172	-0.5375	0.1805	0.8195	0.0555
71	29.00	0.8875	3.3673	-1.1727	0.1210	0.8790	0.0085	1.4624	-1.1727	0.8482	0.0393	-0.9227	-0.5442	0.1785	0.8215	0.0660
72	28.80	0.9000	3.3604	-1.1859	0.1170	0.8830	0.0170	1.4594	-1.1859	0.8502	0.0498	-0.9283	-0.5508	0.1764	0.8236	0.0764
73	28.53	0.9125	3.3510	-1.2037	0.1151	0.8849	0.0276	1.4553	-1.2037	0.8528	0.0597	-0.9359	-0.5598	0.1737	0.8263	0.0862
74	28.40	0.9250	3.3464	-1.2124	0.1131	0.8869	0.0381	1.4533	-1.2124	0.8542	0.0708	-0.9395	-0.5642	0.1724	0.8276	0.0974
75	28.00	0.9375	3.3322	-1.2393	0.1075	0.8925	0.0450	1.4472	-1.2393	0.8582	0.0793	-0.9507	-0.5775	0.1684	0.8316	0.1059
76	27.10	0.9500	3.2995	-1.3012	0.0968	0.9032	0.0468	1.4330	-1.3012	0.8675	0.0825	-0.9758	-0.6075	0.1595	0.8405	0.1095
77	20.42	0.9625	3.0165	-1.8379	0.0329	0.9671	0.0046	1.3101	-1.8379	0.9483	0.0142	-1.1624	-0.8301	0.1009	0.8991	0.0634
78	20.00	0.9750	2.9957	-1.8773	0.0301	0.9699	0.0051	1.3010	-1.8773	0.9542	0.0208	-1.1741	-0.8441	0.0977	0.9023	0.0727
79	19.00	0.9875	2.9444	-1.9746	0.0244	0.9756	0.0119	1.2788	-1.9746	0.9689	0.0186	-1.2021	-0.8774	0.0903	0.9097	0.0778
							0.0679				0.0825					0.1095

0.0001

0.0001

$\Delta_{\text{máx}} = |P_{\text{EXP}} - P_{\text{TEO}}| : 0.1095$

$\Delta_{\text{máx}} < \Delta_{\text{tablas}}$

$0.1095 < 0.1530$
 $0.1095 < 0.1204$



$\alpha = 5\%$
 $\alpha = 20\%$

$\Delta_{\text{tablas}} = 0.1530$

$\Delta_{\text{tablas}} = 0.1204$

4.1.3 Aspectos de Hidráulica Fluvial

A. Caracterización del Material del Lecho - Estimación del Coeficiente de Rugosidad "n" de Manning

El Río Chillón como la mayoría de los ríos presenta en su lecho una mezcla de diferentes tamaños de granos (granulometría mixta), los cuales pueden ser caracterizados por curvas granulométricas que son líneas de porcentajes acumulados (líneas suma).

Predominan los cantos rodados con un diámetro medio de 73 mm., el cual esta siendo explotado como agregado para el concreto.

Al encontrarse atravesando una zona urbana, el Tramo Final del Río Chillón, posee gran cantidad de residuos sólidos y desmontes provenientes de la población que vive adyacente a su cauce principal.

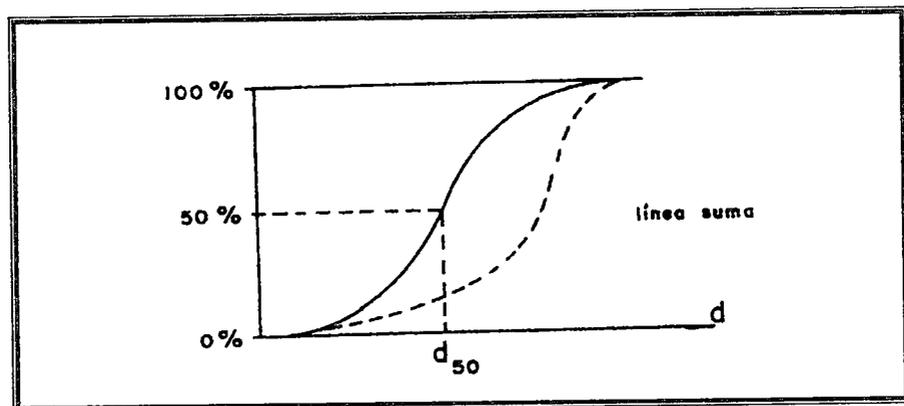


Figura 4.6: LÍNEA SUMA – D₅₀.

FUENTE: Regularización y Control de Ríos – Schröder Wolfgang; página 61.

Una de las fórmulas más usadas para el cálculo de las velocidades de flujo y los niveles de agua es la fórmula de Manning, cuyo coeficiente se especifica como "n".

En un fondo granular, como lo es el del Río Chillón, es posible aplicar fórmulas semi – empíricas para obtener el coeficiente de rugosidad "n"; siendo éstas:

$$n = \frac{D_{50}^{1/6}}{21} \quad \text{ó} \quad n = \frac{D_{90}^{1/6}}{26}$$

Donde:

n : Coeficiente de Manning.

D_{50} y D_{90} : diámetros característicos (m), hallados de la Curva Granulométrica (Figura 4.7).

$1/6$: exponente fundamentado en la fórmula de Strickler, en la expresión que relaciona la rugosidad (n) y la fricción (f).

También es posible estimar los coeficientes de rugosidad “ n ”, a partir de la estimación global, es decir por medio de la comparación de lo observado en el campo y tablas que poseen rangos de valores.

El coeficiente de rugosidad está relacionado con las fuerzas de resistencia que ofrece el cauce al movimiento del agua, su valor depende, como ya lo hemos visto, de la granulometría del material del cauce y de la configuración del lecho; los niveles de agua en el río y las velocidades del flujo dependen del valor del coeficiente de rugosidad.

Los valores utilizados en la simulación hidráulica fueron tomados, de acuerdo a las fórmulas empíricas y la comparación de los valores de las tablas gráficas mostradas en el Ven Te Chow teniendo en consideración las condiciones naturales del canal modelado, así tenemos:

$$\text{Para el Canal central: } D_{50} = 76\text{mm.} \quad ; \quad n = \frac{0.076^{1/6}}{21} = 0.031$$

$$\text{Para el Canal central: } D_{90} = 155\text{mm.} \quad ; \quad n = \frac{0.155^{1/6}}{26} = 0.028$$

Finalmente los valores del Coeficiente de Rugosidad estimados fueron:

	Margen	Canal	Margen
n	izquierda	central	derecha
	0.033	0.035	0.034

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL LECHO – RÍO CHILLÓN

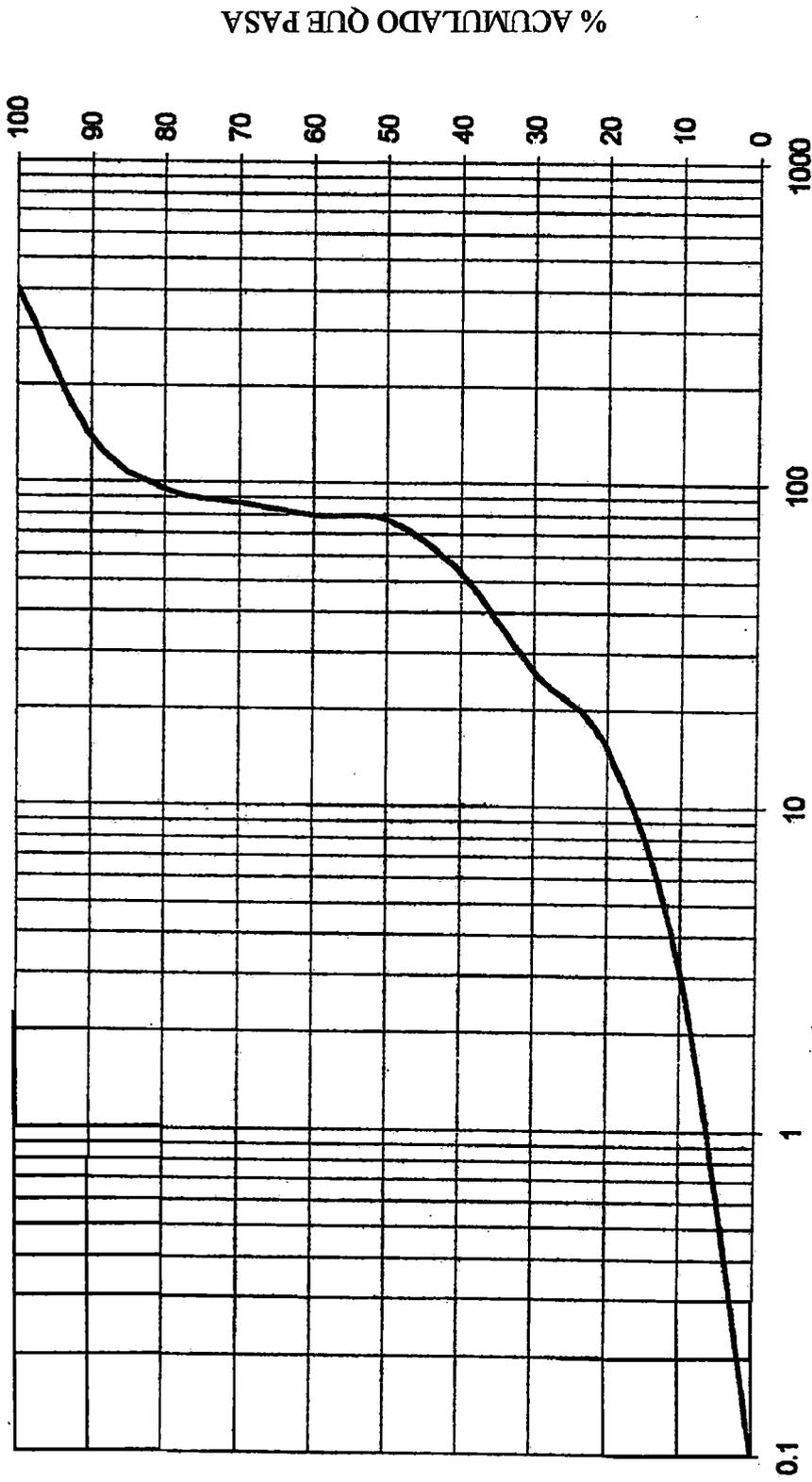


Figura 4.7: DIÁMETRO DE LAS PARTÍCULAS EN mm (PUENTE PIEDRA)

$D_m = 73\text{mm}$; $D_{50} = 76\text{mm}$; $D_{90} = 155\text{mm}$

FUENTE: TESIS DE INVESTIGACIÓN – DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RÍO CHILLÓN. TRAMO PTE. PANAMERICANA – PTE. INCA.

Ing. Eduardo Huacoto Díaz – UNI – FIC.

B. Procesos Morfológicos¹

Los Procesos Morfológicos son los cambios físicos que modifican la forma de la superficie terrestre (cauce de un río). Estos cambios pueden ser causados por medios naturales como son: la escorrentía superficial, las aguas subterráneas, el viento, los movimientos del agua como olas, mareas, corrientes y tsunamis.

Los Procesos morfológicos, en un río, consisten de dos categorías: degradación y agradación.

- ❖ La degradación (disminución de niveles, erosión, socavación) es el proceso por el cual se produce pérdida de suelo en el lecho del río y erosión general. Otras formas frecuentes de degradación se producen como consecuencia de deslizamientos avalanchas y huaycos. En nuestro país, la degradación violenta es importante y muy frecuente.
- ❖ La agradación, por el contrario, consiste en la sedimentación, en el aumento de niveles, en la deposición de materiales sólidos.

En la naturaleza normalmente se tiene en las partes altas de los ríos, una gran pendiente y una relativa poca cantidad de sedimentos, menos de lo que el río es capaz de transportar. Por lo que se tiene un exceso en la capacidad de transporte, potencialmente muy agresivo, que ataca el fondo de los cauces, resultando una tendencia a la erosión (degradación); en las partes bajas mas bien ocurre la acumulación del material transportado y por consiguiente la elevación del lecho (agradación).

El tramo en estudio se encuentra situado en la cuenca baja del Río Chillón, por tanto esta sujeto a los procesos de agradación que normalmente ocurren en esta zona, sin embargo la elevación del

¹ Introducción a la Hidráulica Fluvial – Rocha Felices, Arturo; UNI – FIC página 24.

lecho se ve acelerada debido a que la cantidad de sedimentos transportados por el río es mayor que la capacidad de transporte. Los encauzamientos realizados a partir de la cuenca media, reducen la superficie para sedimentación (estrechamiento del cauce principal) lo que produce incrementos de velocidades y tirantes; y por tanto una mayor capacidad de transporte de sedimentos. Estos sedimentos llegan hasta la parte baja en donde debido a la poca pendiente y al poco caudal existente sedimentan, elevando la cota de fondo y colocando en peligro a la población que vive en las zonas aledañas (viviendas ubicadas en cotas menores a la cota promedio de fondo). Los cauces así transformados, más altos que el terreno circundante, se llaman cauces colgados¹.

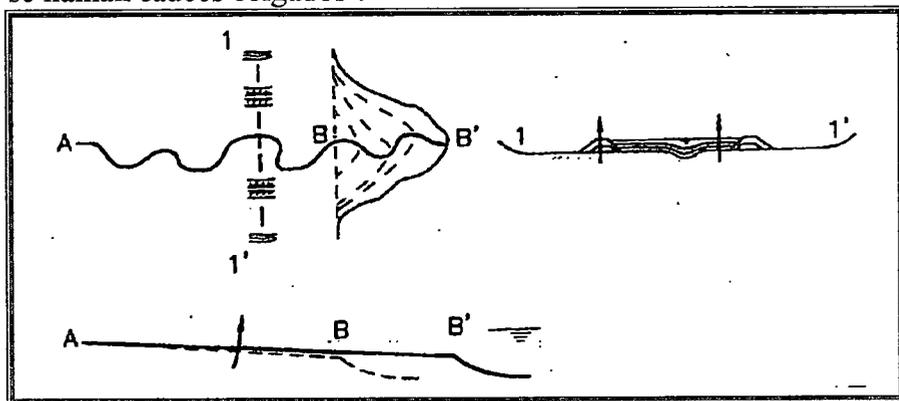


Figura 4.8: PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN RÍO ENCAUZADO EN VÍAS DE SEDIMENTACIÓN Y FORMACIÓN DE UN CAUCE COLGADO.

FUENTE: Ingeniería Fluvial – Martín Vide, Juan Pedro; página 81.

C. Configuraciones Hidráulicas Particulares

Los análisis muestran como zona crítica el sector inmediatamente aguas arriba de la garganta del antiguo Puente Inca. El estrechamiento del cauce en este sector produciría un remanso que ocasionará la sobre elevación de los niveles de las aguas, y para valores de descarga superiores a los $90 \text{ m}^3/\text{s}$ producirá el desborde

¹ Ingeniería Fluvial – Martín Vide, Juan Pedro; página 80.

sobre las defensas ribereñas, el valor anteriormente mencionado corresponde al periodo de retorno de 5 años.

4.2 TRAMO URBANO DEL RÍO CHILLÓN

La cercanía del valle del Chillón a Lima Metropolitana, le da características peculiares respecto a cualquier otra zona rural del país.

A partir del año 1940 las tierras agrícolas en Lima empiezan a cambiar de uso. Los grandes propietarios de haciendas, cuya base económica ya no era la agricultura, empiezan a vender grandes extensiones de tierras y a habilitar sus haciendas con fines de urbanización y vivienda. Así surgen los primeros asentamientos urbanos. Los grandes hacendados, por su parte se diversifican hacia la actividad industrial ligada a la industria de la construcción.

La aguda crisis de vivienda que afronta la capital va generando un significativo incremento de las invasiones de tierras, sobre todo en los distritos de Carabaylo, Puente Piedra, Naranjal, Los Olivos, San Martín de Porres y las zonas aledañas al fundo Bocanegra y Chacra Cerro.

Estos asentamientos humanos, se posesionan generalmente de terrenos eriazos, sin ningún orden y/o zonificación ante amenazas de fenómenos naturales, como pueden ser las inundaciones.

Tabla 4.15

CAMBIO DE USO DE LA TIERRA AGRÍCOLA EN EL VALLE DEL RÍO CHILLÓN

Años	Número de Has. Ocupadas por viviendas
1 920 – 1 944	40
1 945 – 1 965	487
1 965 – 1 969	860
1 970 – 1 975	1 797
1 975 – 1 985	5 000 apróx.
1 985 – 1 992	15 000 apróx.

FUENTE: Centro de Información y Desarrollo Integral de Autogestión

4.2.1 Identificación de Puntos Críticos

El encauzamiento de los ríos ocasiona variaciones en su morfología como son la degradación o agradación de cauces. Esta última condición es en la que se encuentra el Tramo Urbano del Río Chillón.

- ❖ Los sectores comprendidos entre el Puente Panamericana y el Puente Inca, y desde el Puente Ventanilla hasta la Desembocadura son los que poseen mayor concentración de población urbana y urbano – marginal, y los que se verían más afectados en caso de ocurrir una inundación.
- ❖ El sector comprendido entre el Puente Inca y el Tramo encañonado del río es conocido con el nombre de Chuquitanta, esta zona antiguamente agrícola, posee una llanura de inundación bastante amplia, aquí el río posee varios canales y se vuelve ramificado, sin embargo en las últimas inspecciones de campo realizadas se ha podido observar la construcción de espigones y muros de gaviones, en algunos sectores de dicho tramo, que reducen al río a un cauce estrecho el cual no es suficiente para contener caudales de avenidas con tiempos de retorno mayores de 30 o 50 años.
- ❖ Se observa también en esta zona la falla de defensas ribereñas, construidas para proteger las parcelas agrarias que aún quedan en el área.
Al reducir el ancho de las planicies de inundación, éstas probablemente serán utilizadas en actividades económicas como el cultivo o asentamiento de nuevas poblaciones. Cabe resaltar que en esta zona existen planes para el cambio de uso del suelo (tierras agrícolas – habitaciones urbanas).

- ❖ Otra actividad realizada en el lecho del río es la extracción de cantos rodados para ser utilizados como agregados del concreto, esto causa cambios acelerados en la morfología afectando la dinámica natural del río, el cual puede respondernos en forma adversa ocasionando daños y pérdidas económicas en las poblaciones aledañas.

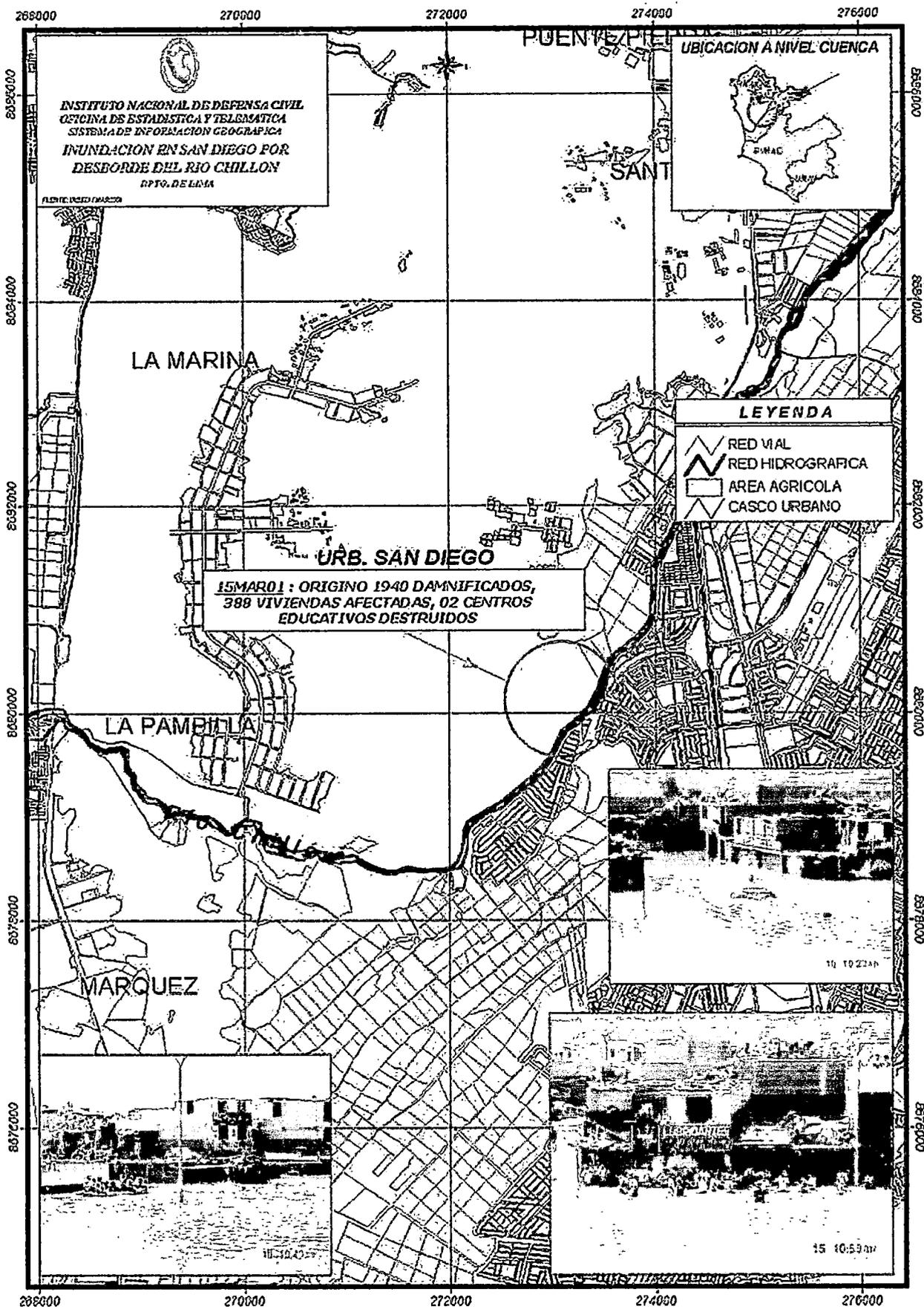
4.2.2 Naturaleza y Causa de Daños

En el tramo de estudio existen datos históricos de inundaciones recurrentes, que ocasionaron para su época daños de poca envergadura, debido a que la densidad poblacional era baja y la mayor parte de los terrenos eran utilizados con fines agrícolas.

A partir del año 1940, el cambio de uso del suelo (tierras de cultivo – zonas urbanas) trajo un aumento considerable en la densidad poblacional, iniciándose la invasión de urbanizaciones sobre el cauce natural del río, con tal propósito fue necesaria la construcción de defensas provisionales, que con el tiempo se han convertido en permanentes.

La última inundación, ocurrida el 15 de marzo del 2001, se produjo debido a la falla del dique en el punto de contacto dique-torre de alta tensión (fotos en el anexo E); los caudales observados para este evento estaban aproximadamente en el orden de $40\text{m}^3/\text{s}$ a $60\text{m}^3/\text{s}$. Éstos son relativamente pequeños, pues en los años 1965 y 1972 ocurrieron caudales superiores a $180\text{m}^3/\text{s}$. Además era posible apreciar claramente filtraciones en los pies de los taludes de las caras exteriores de las defensas, lo que produjo un debilitamiento de toda la estructura.

El agua desbordó por la margen izquierda a la altura del parque Virgen de Guadalupe de la urbanización San Diego, como consecuencia la zona urbana se vio seriamente afectada pues debido a las características topográficas del sector se produjo un embalsamiento de las aguas que originó una inundación permanente de un gran sector de viviendas, quedando dañadas las cimentaciones de muchas casas y comercios.



FUENTE: Compendio 2001; Instituto Nacional de Defensa Civil.

Figura 4.9: Plano de la Inundación ocurrida en la urbanización San Diego en Marzo del 2001.

La reacción de la naturaleza ante los cambios y alteraciones que realizan los seres humanos, suele muchas veces ser la causante de grandes daños, es bueno buscar la forma de inter – relacionar con los espacios fluviales para evitar degradarlos y planificar mejor las obras de protección, defensa y urbanización; pensando en un ordenamiento fluvial que permita al río el desarrollo de su dinámica, sin causar daños a las poblaciones o al menos reducirlos.

4.2.3 Evaluación de los Tramos en la Zona Baja

De observaciones y visitas de campo, se ha considerado que para un mejor análisis es necesario subdividir la Zona Baja en tres tramos de estudio, esta partición fue realizada teniendo en cuenta las características similares de la zona.

4.2.3.1 Tramo I: Hacienda Caballero - Puente Panamericana

Este tramo presenta un cauce de apróx. 200 a 300 metros de ancho, el río se encuentra encauzado por diques precarios.

En esta zona el río es trezado y las planicies de inundación se encuentran utilizadas por actividades agrícolas y no existen Asentamientos Humanos numerosos a orillas del río.

En el Kilómetro 15 de la carretera a Canta aproximadamente se encuentran las instalaciones de la planta de abastecimiento de agua “Aqua Azul”, la cual se encarga de suministrar este recurso al Cono Norte de la ciudad de Lima.

Dada las características del valle y la pendiente del río en esta zona pueden ocurrir inundaciones.

4.2.3.2 Tramo II: Puente Panamericana – Puente Inca

En este tramo existe la mayor concentración de urbanizaciones. El tramo se encuentra protegido por diques construidos precariamente y reducen el ancho del cauce natural a uno que

oscila entre los 30 – 60 metros de ancho. En la Zona de San Diego el material del dique no tiene una granulometría adecuada. Aquí el nivel de fondo del río se encuentra por encima de la cota promedio de la urbanización.

En general los diques no tiene enrocado de protección en los taludes de aguas arriba, y las alturas de éstos no es la conveniente para la protección en caso de avenidas extraordinarias.

La última inundación ocurrida en Marzo del 2001 fue ocasionada por la falla en el contacto del dique con la cimentación de una torre de alta tensión y produjo cuantiosos daños. Los que podrían repetirse, si no se implementan planes de mitigación y prevención.

4.2.3.3 Tramo III: Puente Inca – Desembocadura

En la zona de Chuquitanta, aguas abajo del Puente Inca, se están construyendo diques de gaviones, estrechando el cauce que anteriormente ocupaba el río. Las llanuras de inundación están siendo utilizadas para actividades agrícolas, y de extracción (canteras de agregados), lo que altera la topografía de esta zona, existen proyectos de urbanización de esta área.

Aguas abajo del Puente Gambetta (Ventanilla – Callao) hasta las cercanías de la desembocadura el río esta encauzado con gaviones que se hallan deteriorados en un gran tramo, poniendo en peligro a los Asentamientos Humanos de Márquez y Víctor Raúl Haya De La Torre.

En estas zonas estacionalmente se ejecutan trabajos de limpieza y descolmatación de cauce. Además el amontonamiento de residuos sólidos (basura) dentro del cauce reduce el ancho de la sección hidráulica, y provoca la elevación de los niveles de agua.

4.3 DELIMITACIÓN DE ZONAS INUNDABLES MEDIANTE EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Los siguientes son los pasos que hemos seguido, para lograr obtener mapas de llanuras de inundación, teniendo en cuenta que es en esta zona donde se producen las inundaciones.

4.3.1 Adquisición y Manejo de Datos

Los datos necesarios para la creación de los Modelos de Elevación Digital (Elevación de Superficie de Terreno y Elevación de Superficie de Agua), fueron adquiridos de:

- ❖ Mapas topográficos digitalizados de la Carta Nacional disponible en el Instituto Geográfico Nacional (IGN). La escala trabajada fue de 1: 10000 con una diferencia de cotas cada 5 metros. Es preferible la utilización de fotografías satelitales, o mapas con escalas mayores, pero debido a la falta de información, se considera suficiente la digitalización. Todos los datos topográficos fueron llevados al entorno SIG.
- ❖ Los datos hidrológicos pertenecen a caudales máximos diarios aforados en la Estación Puente Magdalena. El registro posee datos desde el año 1920 hasta el 1998. Los caudales para diferentes tiempos de retorno fueron estimados utilizando la Ley de Gumbel.

Los datos geométricos necesarios para realizar el análisis hidráulico fueron tomados del DTM creado por interpolación (formato tipo TIN) siguiendo los pasos indicados en el anexo A.

El análisis hidráulico es realizado con el modelo HEC – RAS (ver Anexo C) y todos los resultados obtenidos son regresados al entorno

SIG, en donde son analizados para obtener y determinar la intensidad y grado de la amenaza de la inundación simulada.

4.3.2 Creación de Modelos de Elevación Digital (DEM)

Para la determinación de las áreas pertenecientes a la planicie de inundación es necesaria la creación de dos Modelos de Elevación Digital - DEMs (formato tipo TIN).

La creación del primer Modelo de Elevación Digital (DEM), se realizó utilizando la estructura de línea modelo, esta estructura se basa en digitalización de planos topográficos.

Es cierto que la información procesada mediante esta estructura SIG, no es tan exacta como la que proporcionan las ortofotos o fotografías satelitales; sin embargo el modelo obtenido es suficiente para los propósitos de esta investigación.

El Modelo de Elevación Digital creado de los mapas topográficos es un Modelo Digital de Terreno, pues los datos ingresados pertenecen a éste.

Un segundo Modelo de Elevación Digital es creado después del análisis hidráulico con las elevaciones de la superficie de agua obtenidas de la simulación, éste es sólo un modelo de elevación digital (es posible crear perfiles de superficie de agua para diferentes periodos de retorno, y de este modo comparar los resultados obtenidos para cada una de ellos) .

Ambos modelos son creados por interpolación, utilizando la estructura de triangulación irregular (TIN). Este tipo de estructura ordena datos formando mallas triangulares, e interpolando los valores dentro de cada una de éstas. También es posible interpolar los datos en otros formatos SIG, como son los tipo raster; sin embargo la estructura de entrada (línea modelo) debe cambiar por la de puntos.

El formato tipo TIN permite una mayor visualización de los cambios del relieve y elevación y permite al usuario darse una mejor idea de la

realidad, debido a sus salidas en tres dimensiones (extensión *3D Analyst*).

Se puede observar estas características en los planos del anexo F: *DTM-01* y *WS-02* (este último depende del Periodo de Retorno).

4.3.3 Creación de Mapas de Inundación usando un DEM

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología explicada en el capítulo III, nos muestran los DEMs que poseen los datos de entrada (DTM y elevación de Superficie de Agua) y el DEM resultante de la diferencia de elevaciones entre ellos.

De ambos DEMs, se obtiene una malla de celdas cuadradas que posee como característica principal las zonas que pertenecen a las planicies de inundación y la profundidad del agua obtenida en esa zona.

La malla de celdas, que representa la planicie de inundación, se encuentra en una estructura tipo raster, esta estructura de datos permite la rápida observación de características por celdas y además el cálculo rápido de áreas y volúmenes.

El siguiente es un diagrama que muestra la forma de entrada de los Modelos de Elevación Digital y el resultado obtenido.

DIAGRAMA DE ENTRADA Y SALIDA DE DATOS

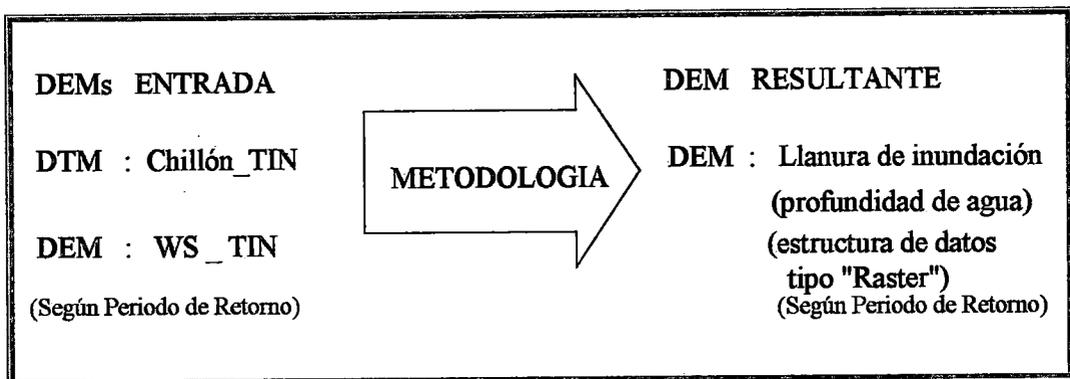


Figura 4.10

Los planos PI_2, PI_5, PI_10, PI_50, PI_100 y PI_500 que se encuentran en el Anexo F muestran, en su versión digital, la profundidad de agua que posee cada celda; y en su versión impresa, las áreas que son afectadas por la inundación y su grado de intensidad.

4.3.4 Cálculo de Áreas, Volúmenes y Profundidad de agua de la zona afectada

Luego de la obtención del mapa de llanura de inundación, es necesario intersectarlo con mapas catastrales para conocer la ubicación de zonas pobladas afectadas y calcular los parámetros de área inundada, volumen de agua, y las profundidades de agua más críticas.

La cuantificación de estos parámetros nos sirve para analizar intensidades de daño en las áreas inundadas y el grado de amenaza bajo la cual se encuentran expuestas.

El cuadro siguiente muestra los valores de área, volumen y profundidad a lo largo del tramo de estudio para los Periodos de Retorno analizados.

TABLA N°4.16
ÁREAS DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN SEGÚN PERIODO DE RETORNO

Periodo de Retorno	ÁREA (Ha.)	VOLUMEN (m ³)	PROFUNDIDAD (m)	
			Máxima	Promedio
2 años	-	-	-	-
5 años	48.808	700 554.78	4.6	1.43
10 años	81.754	1 350 412.43	4.7	1.65
50 años	189.213	2 185 514.41	5.4	1.68
100 años	192.284	3 317 560.10	5.6	1.73
500 años	198.708	3 825 697.33	6.1	1.93

FUENTE: Elaboración propia.

COMPARACIÓN DE PLANICIES DE INUNDACIÓN SEGÚN PERIODO DE RETORNO

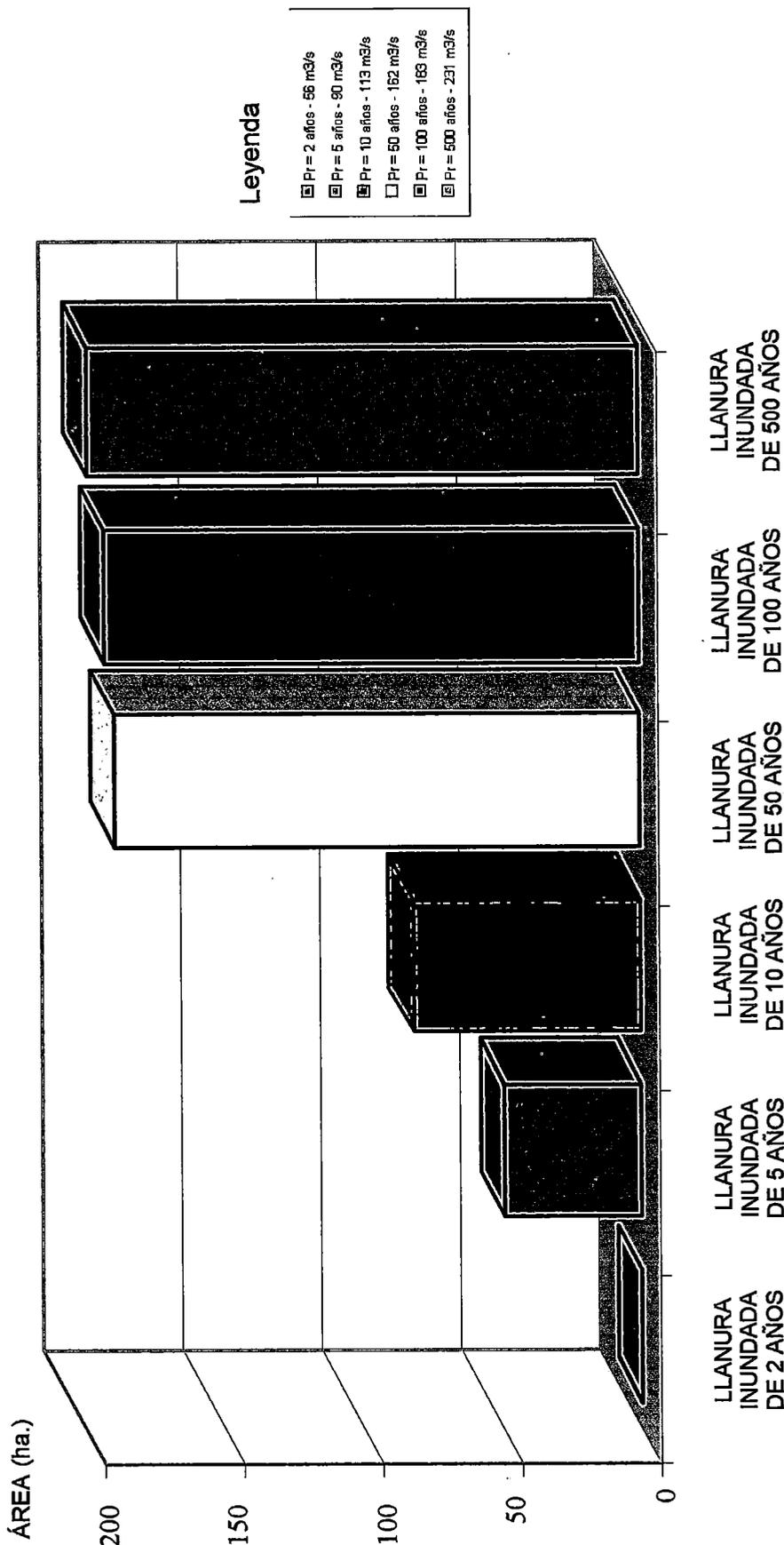


GRÁFICO N°4.1

Se observó que la profundidad promedio varía desde 1.43m para un periodo de retorno de 5 años hasta 1.93m para el de 500 años, nótese que existe una gran variación entre los valores medios y máximos, lo que indica que existen zonas donde el efecto de la inundación será mayor, por lo tanto es necesario clasificar las áreas inundables obtenidas según grado de amenaza.

Los valores de la Tabla N°4.16 corresponden a la llanura de inundación completa restándole el área y volumen perteneciente al cauce principal y sin considerar el tirante en el río. El Gráfico N°4.1 muestra dicha información en un diagrama de barras permitiendo la comparación de los resultados obtenidos.

Para caracterizar los efectos de la inundación a lo largo del tramo, éste ha sido dividido en tres sectores como se indican en la parte inferior de la tabla siguiente, teniendo en cuenta para la sectorización el mismo uso de suelo y condiciones del río.

TABLA N°4.17

ÁREAS DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

Periodo de Retorno	ÁREA (ha.)			TOTAL (Ha.)
	Sector I	Sector II	Sector III	
2 años	-	-	-	-
5 años	30.619	17.044	1.146	48.808
10 años	55.139	24.936	1.680	81.754
50 años	140.321	37.128	11.765	189.213
100 años	145.229	36.714	10.341	192.284
500 años	147.942	39.240	11.526	198.708

I: Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

II: Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.

III: Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.

FUENTE: Elaboración propia.

ÁREAS DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN POR SECTORES DE ANÁLISIS

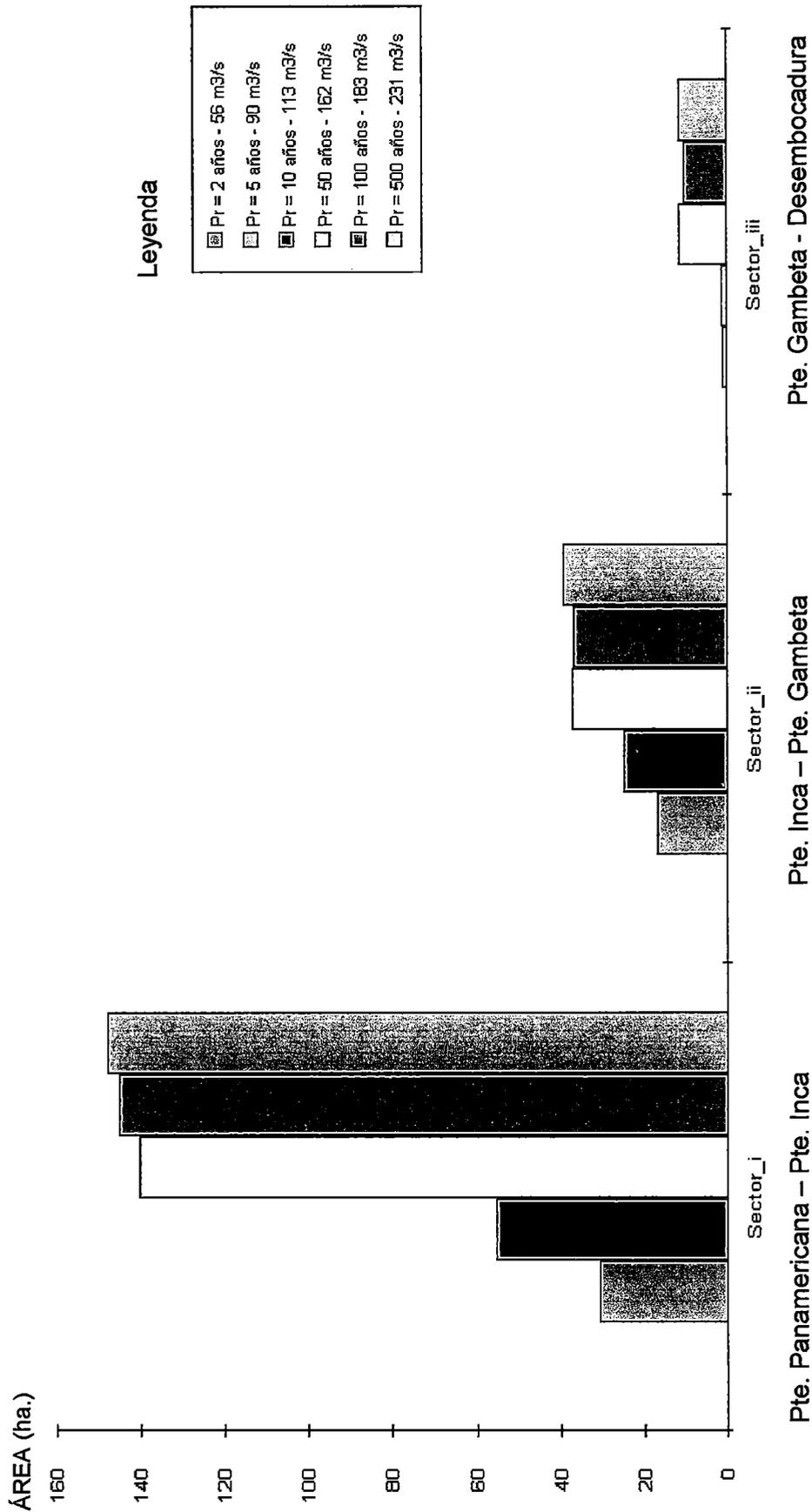


GRÁFICO N°4.2

Se aprecia que el Sector I posee la mayor extensión de Planicie de Inundación; por ejemplo el valor del área para la planicie de 10 años corresponde al 58.78% del total del área inundada, lo mismo se repite para los demás Periodos de Retorno. Esto resulta preocupante pues en este sector se ubica la mayor concentración de población, la que se vería afectada en el caso que sucediera una inundación. Para la observación gráfica de los resultados anteriores ver Gráfico N°4.2.

La tabla siguiente muestra el volumen de agua desbordada que ocupa la planicie de inundación en cada sector de análisis:

TABLA N°4.18

VOLÚMENES DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

Periodo de Retorno	VOLUMEN (m ³)			TOTAL (m ³)
	Sector I	Sector II	Sector III	
2 años	-	-	-	-
5 años	557 060.55	140 731.18	2 763.05	700 554.78
10 años	1 147 578.11	198 499.08	4 335.24	1 350 412.43
50 años	2 792 000.43	316 462.01	77 051.97	3 185 514.41
100 años	2 884 258.02	347 259.73	86 042.35	3 317 560.10
500 años	3 315 661.13	405 125.70	104 910.50	3 825 697.33

I: Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.
 II: Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.
 III: Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.
 FUENTE: Elaboración propia.

Observamos que para todos los periodos de retorno analizados los mayores valores ocurren en el sector I, esto se debe a la configuración topográfica existente en la zona, el otro sector de importancia debido al asentamiento de grupos humanos es el sector III, se aprecia que el efecto del agua es de menor, sin embargo la permanencia prolongada de estos volúmenes de agua podrían causar daños en la población y su infraestructura urbana. Ver gráfico N°4.3.

VOLUMENES DE AGUA DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN POR SECTORES DE ANÁLISIS

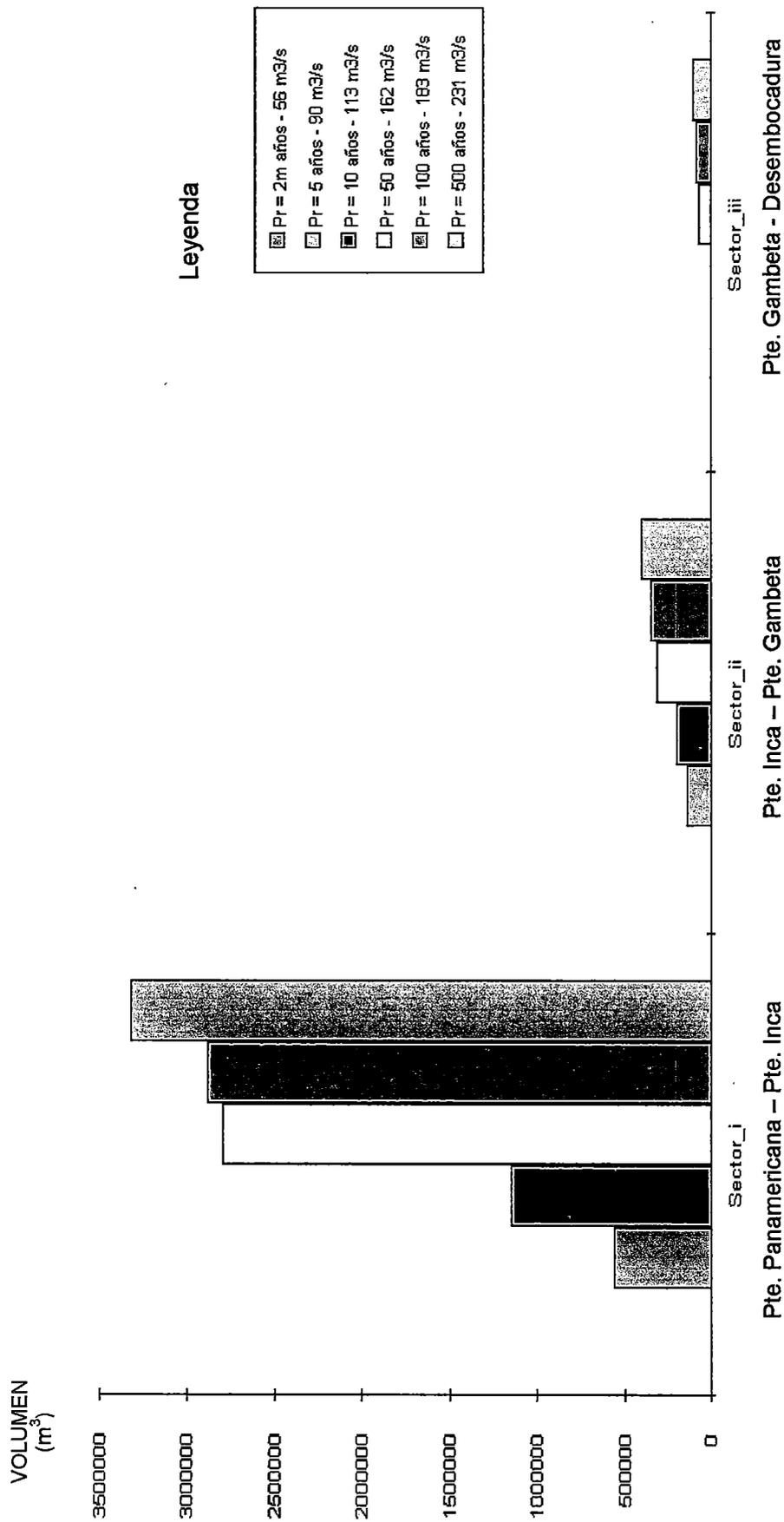


GRÁFICO N°4.3

Como parámetro importante en la determinación del grado de amenaza tenemos la profundidad de agua en la planicie de inundación; la tabla siguiente muestra los valores de profundidad de agua promedio considerando los tres sectores de análisis:

TABLA N°4.19
PROFUNDIDAD PROMEDIO DE AGUA DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

Periodo de Retorno	PROFUNDIDAD PROMEDIO (m)			PROMEDIO (m)
	Sector I	Sector II	Sector III	
2 años	-	-	-	-
5 años	1.82	0.82	0.06	1.43
10 años	2.08	0.79	0.10	1.65
50 años	1.93	0.88	0.16	1.68
100 años	1.99	0.92	0.18	1.73
500 años	2.24	0.99	0.22	1.93

I : Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

II : Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.

III : Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.

FUENTE: Elaboración propia.

Al igual que en los otros cuadros es claro que el sector I es el más afectado, obteniendo profundidades medias de hasta 2.24m. para caudales con Periodo de Retorno de 500 años.

Para los otros sectores de análisis la profundidad promedio de agua es menor, ocurriendo la mínima en el sector III para un caudal cuyo periodo de retorno es 10 años.

En el gráfico N°4.4 se observa la variación de las profundidades en diagrama de barras, nótese que para el periodo de retorno de 2 años los valores son nulos debido a que para este caudal el río no desborda.

PROFUNDIDAD PROMEDIO DE AGUA DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN

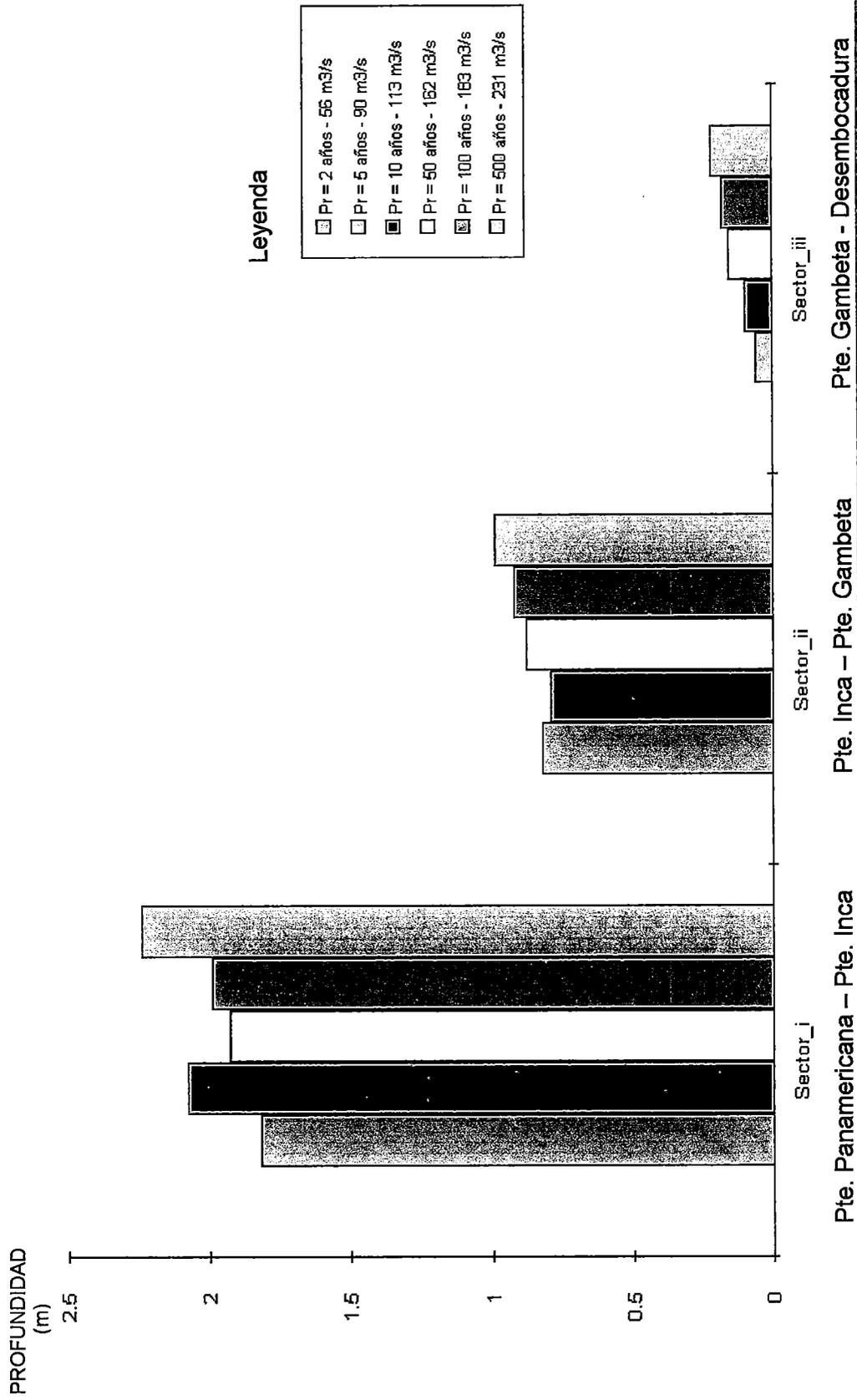


GRÁFICO N°4.4

Teniendo en cuenta que en la zona de estudio se encuentran asentadas poblaciones urbanas numerosas, la siguiente tabla muestra el área inundada que afecta directamente la infraestructura urbana:

TABLA N°4.20

ÁREAS URBANAS AFECTADAS POR INUNDACIONES SEGÚN PERIODO DE RETORNO

Periodo de Retorno	ÁREA (ha)			TOTAL (ha)
	Sector I	Sector II	Sector III	
2 años	-	-	-	-
5 años	30.619	0.852	1.146	32.617
10 años	55.139	1.147	1.680	57.966
50 años	144.462	1.856	11.765	153.942
100 años	145.229	1.836	10.341	157.460
500 años	147.942	1.962	11.526	161.430

I: Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

II: Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.

III: Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.

FUENTE: Elaboración propia.

Para la obtención del área urbana afectada por inundación se ha interceptado la información obtenida de los mapas de planicie de inundación con los mapas catastrales. Se observa que en los sectores I y III los valores no difieren notablemente de los mostrados en la tabla N°17; sin embargo en el sector II no posee infraestructura urbana sin embargo se ha considerado en este cálculo un 10% del área de la planicie de inundación, pues existen construcciones de tipo precario que no figuran en los mapas pero que fueron observadas en visitas de campo. El gráfico N°4.5 muestra la variación de los valores del cuadro anterior.

ÁREAS URBANAS AFECTADAS POR INUNDACIONES SEGÚN PERIODO DE RETORNO

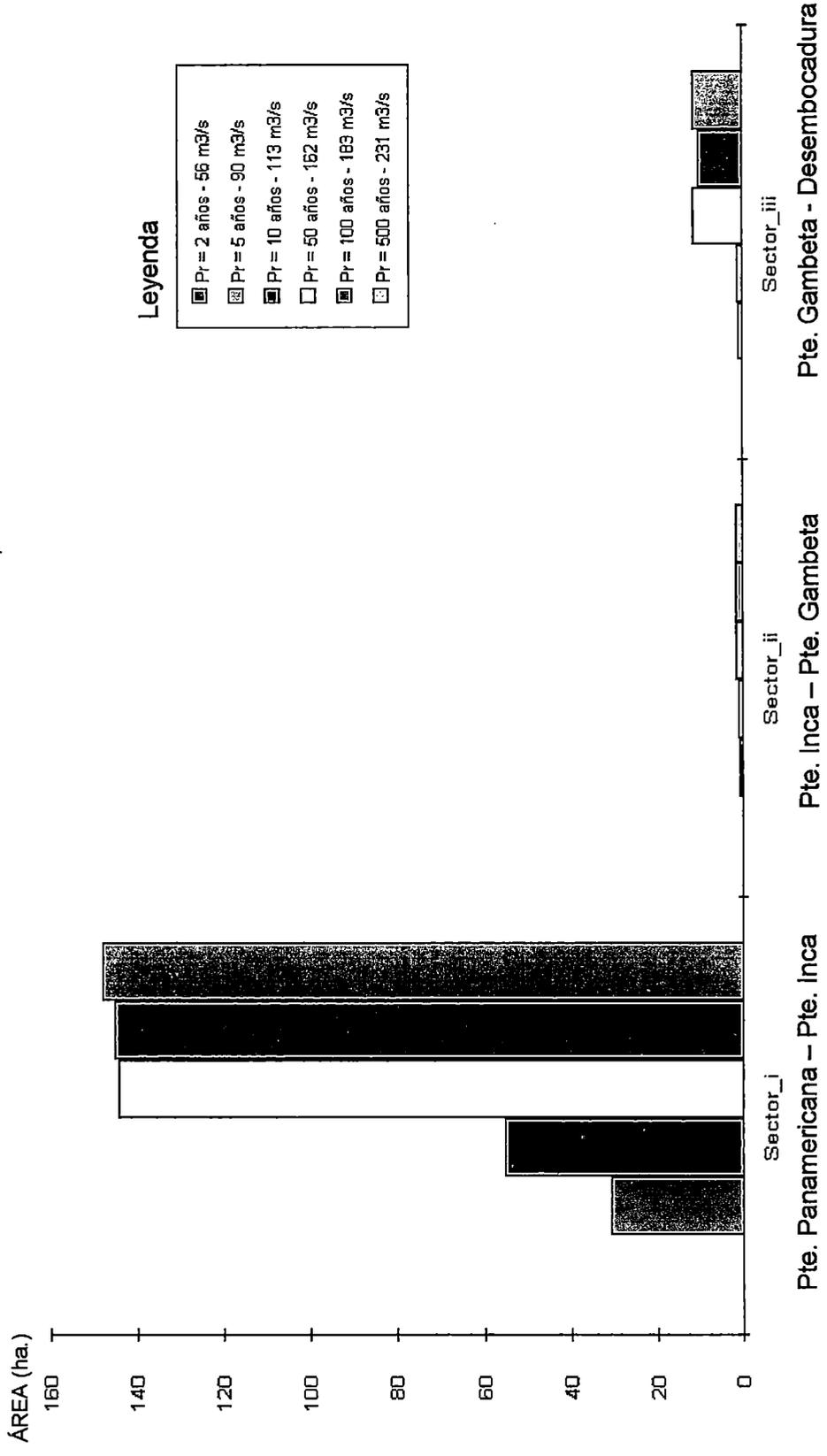


GRÁFICO N°4.5

En el siguiente caso se ha seguido la misma consideración del caso anterior para el sector II (considerando el 10% del volumen total ocupado por el agua desbordada sobre la planicie), los valores obtenidos son como siguen:

TABLA N°4.21
**VOLÚMENES DE AGUA EN ZONAS URBANAS AFECTADAS
 POR INUNDACIONES**

Periodo de Retorno	VOLUMEN (m ³)			TOTAL (m ³)
	Sector I	Sector II	Sector III	
2 años	-	-	-	-
5 años	557 060.55	7 036.56	2 763.05	566 860.16
10 años	1 147 578.11	9 924.95	4 335.24	1 161 838.30
50 años	2 792 000.43	15 823.10	77 051.97	2 884 875.50
100 años	2 884 258.02	17 362.99	86 042.35	2 987 663.36
500 años	3 315 661.13	20 256.29	104 910.50	3 440 827.92

I : Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

II : Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.

III : Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.

FUENTE : Elaboración propia.

Los valores fueron calculados de los mapas obtenidos de la simulación, del cuadro se observa claramente que el sector I es el más afectado pues contiene el 98.5% en promedio del total de volumen de agua para todos los caudales analizados. Esto nos lleva a pensar en el grave peligro en que se encuentra la urbanización San Diego y sus habitantes.

Para el sector III el escenario mejora, sin embargo debido a las condiciones en que se encuentran los asentamientos humanos de Márquez y Víctor Raúl Haya De La Torre, se verían gravemente afectados por estos volúmenes de agua.

Este cuadro posee información sobre las profundidades promedio halladas para los diferentes sectores urbanos del tramo analizado:

TABLA N°4.22
PROFUNDIDAD DE AGUA EN ZONAS URBANAS AFECTADAS
POR INUNDACIONES

Periodo de Retorno	PROFUNDIDAD PROMEDIO (m)		
	Sector I	Sector II	Sector III
2 años	-	-	-
5 años	1.82	0.82	0.06
10 años	2.08	0.79	0.10
50 años	1.93	0.88	0.16
100 años	1.99	0.92	0.18
500 años	2.24	0.99	0.22

I : Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.
 II : Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.
 III : Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.
 FUENTE : Elaboración propia.

Se ve que el sector que posee los mayores valores de profundidad promedio es el I, para cualquiera de los periodos de retorno analizados.

Los resultados mostrados reflejan que el sector que posee los valores mínimos es el III y por lo tanto se verá menos afectado.

Para el sector II se han considerado los mismos valores de profundidad promedio obtenidos del análisis a la planicie de inundación para cada periodo de retorno respectivamente, esto debido a las consideraciones de área y volumen realizados para las tablas N°4.18 y N°4.19 (tomar el 10% del total calculado debido a la falta de datos sobre catastro en la zona).

4.3.5 Cálculo de los efectos de la inundación para diferentes escenarios

Los efectos causados por las inundaciones pueden ser beneficiosos o trágicos según el escenario en que se desarrollen las mismas.

Desde el punto de vista natural las inundaciones, a pesar de que destruyen hábitats acuáticos, son necesarias para la renovación de los fondos del río y los nutrientes del suelo de sus llanuras de inundación, este escenario se presenta normalmente en zonas donde no existe la presencia humana o posee muy poca influencia sobre el río.

Los efectos de una inundación sobre los escenarios netamente naturales, suelen ser buenos y hasta beneficiosos, pues permiten el desarrollo de la vida natural, siguiendo los ciclos estacionales.

Por el contrario en las áreas que se encuentran rodeadas de ciudades o asentamientos humanos, no se puede esperar los mismos beneficios que en el caso anterior; las zonas urbanas se ven afectadas principalmente por el daño de su infraestructura y servicios, especialmente el de abastecimiento de agua potable, el cual puede ocasionar la aparición de enfermedades asociadas a la falta de higiene.

Los efectos de una inundación pueden ser calculados teniendo en cuenta la relación entre la magnitud de los daños y el nivel que alcanzan las aguas, la violencia y rapidez con que se produzca y el área geográfica que cubra. Pueden considerarse otros indicadores como el diseño, la calidad de las obras de protección ribereña y la de los terrenos donde se sitúa la población.

Para el caso de estudio, la población se encuentra asentada en áreas donde la cota de terreno es más baja que la cota del cauce principal del río, lo que pone a toda esta zona bajo amenaza de inundación. Considerando lo anterior, las áreas inundadas han sido clasificadas de acuerdo al grado de amenaza, teniendo como parámetro principal la profundidad del agua y los caudales de avenida para diferentes periodos de retorno.

La tabla siguiente muestra los resultados obtenidos del análisis de las grillas de profundidad divididas en los sectores estudiados, se ha considerado tres grados de amenaza:

TABLA N°4.23
**ÁREAS INUNDADAS CLASIFICADAS DE ACUERDO AL
 GRADO DE AMENAZA**

Periodo de Retorno	ÁREA (ha.)								
	Superficialmente Inundadas (1) (0 – 0.50m)			Moderadamente Inundadas (2) (0.50 – 1.00m)			Profundamente Inundadas (3) (1.00m – a más)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	2 años	-	-	-	-	-	-	-	-
5 años	2.37	4.81	0.90	5.46	6.12	-	22.79	5.86	-
10 años	3.53	6.51	1.38	6.61	11.67	-	44.99	6.46	-
50 años	7.98	8.58	2.28	17.31	8.42	-	119.17	10.63	-
100 años	7.42	9.26	2.64	15.90	6.39	0.01	121.91	13.36	-
500 años	6.63	10.44	3.37	11.86	4.65	0.08	129.46	16.07	-

En los planos PI_2, PI_5, PI_10, PI_50, PI_100 y PI_500, la clasificación se observa según la intensidad de colores; los tonos más claros pertenecen al tipo (1), los medios al tipo (2) y los tonos más oscuros al tipo (3).

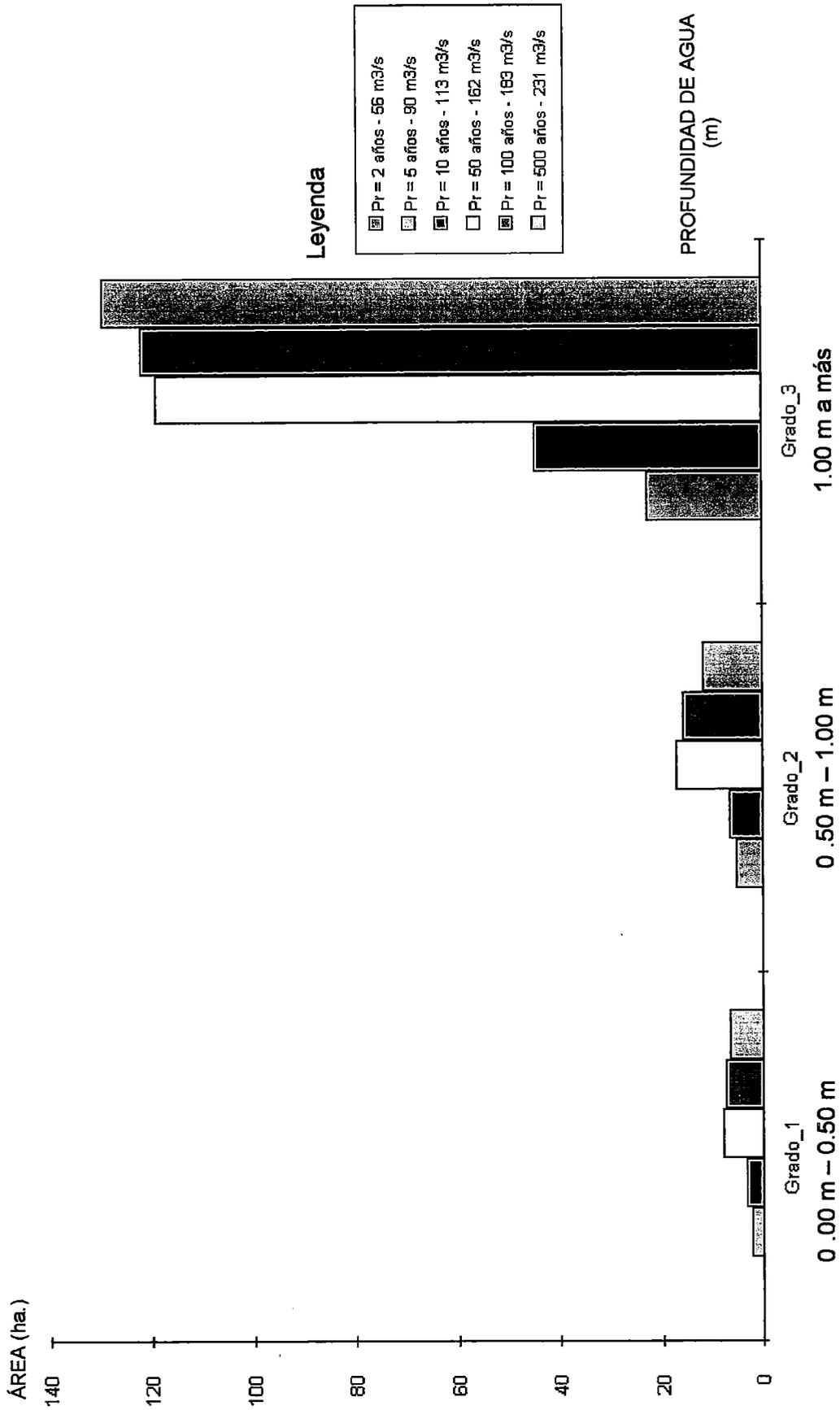
FUENTE: Elaboración propia.

Para cada caso se hallaron los valores del área inundada en cada sector, obteniendo como respuesta que el sector III no se ve profundamente afectada por tirantes de agua mayor a 1m. Por lo contrario el sector I posee una mayor cantidad de áreas profundamente inundadas.

Entonces podemos decir que si ocurriera una inundación con caudales para Periodos de Retorno de 5 años o mayores, el sector I se vería profundamente inundado, en su mayoría.

Los gráficos N°4.6, N°4.7 y N°4.8 muestran la variación de los grados de amenaza y el valor del área afectada por la inundación.

ÁREAS INUNDADAS CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA – SECTOR I



Leyenda

- Pr = 2 años - 56 m3/s
- Pr = 5 años - 90 m3/s
- Pr = 10 años - 113 m3/s
- Pr = 50 años - 162 m3/s
- Pr = 100 años - 183 m3/s
- Pr = 500 años - 231 m3/s

PROFUNDIDAD DE AGUA (m)

GRÁFICO N°4.6

ÁREAS INUNDADAS CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA – SECTOR II

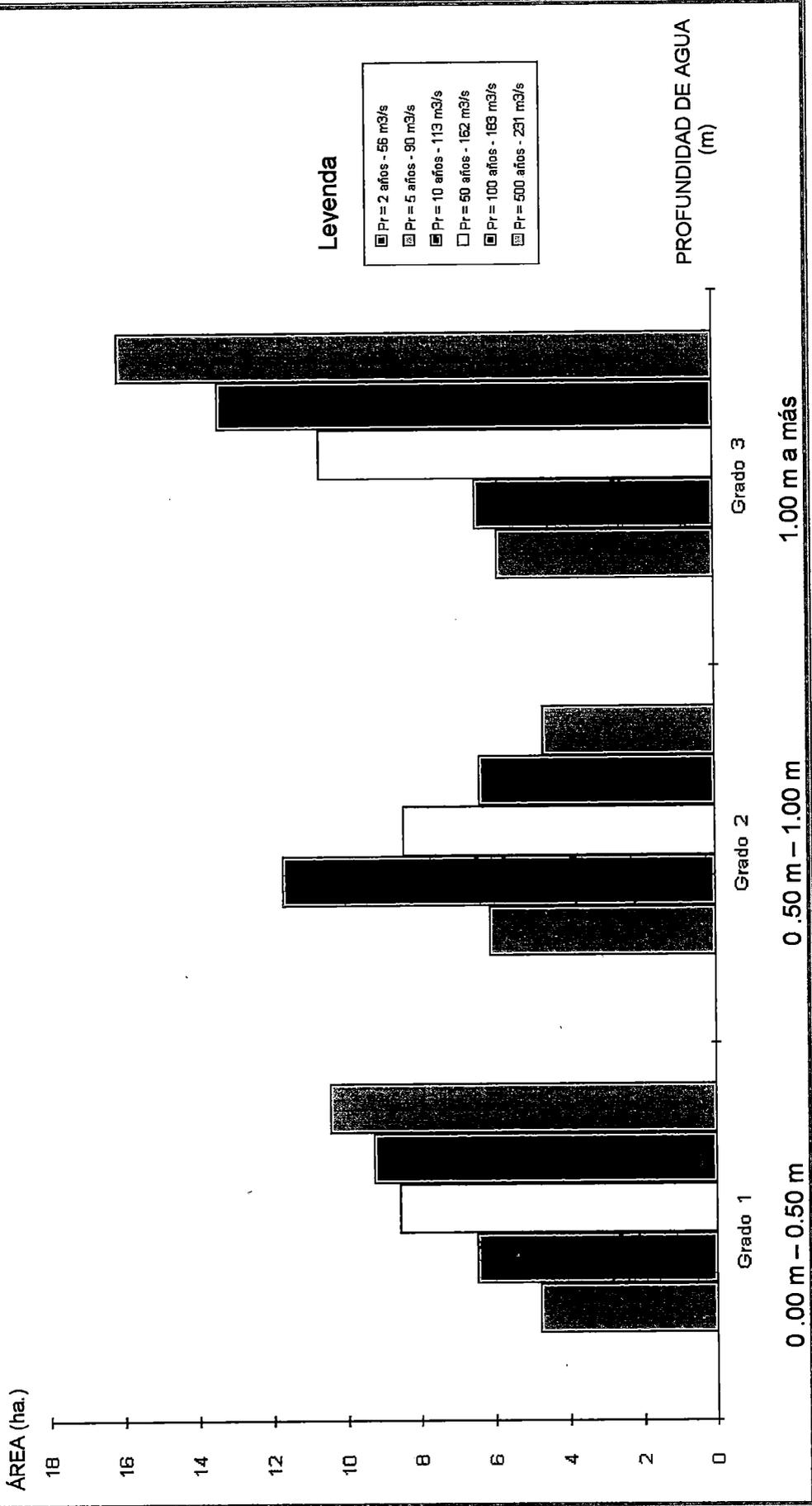


GRÁFICO N°4.7

ÁREAS INUNDADAS CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA – SECTOR III

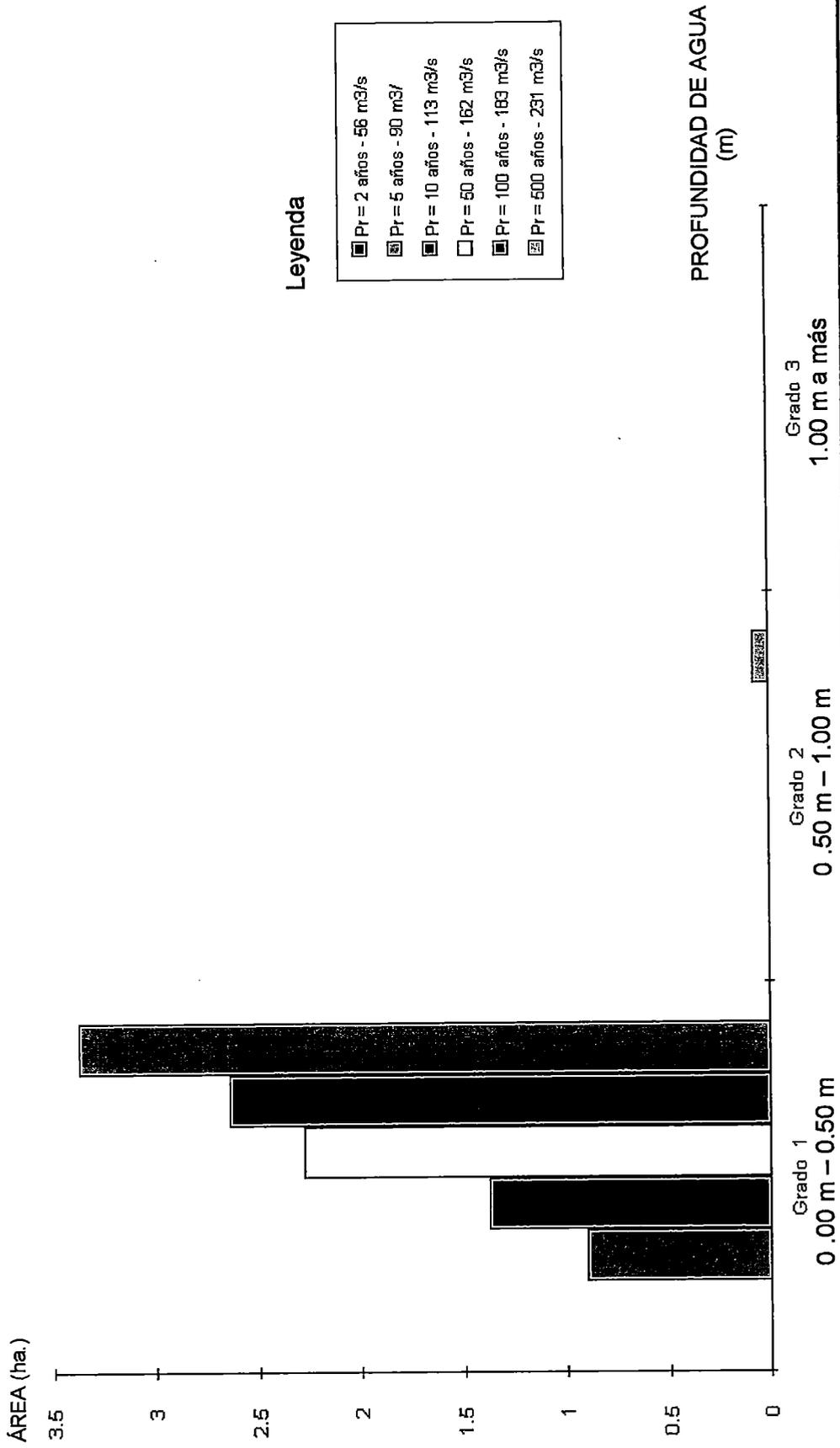


GRÁFICO N°4.8

También se ha considerado el volumen ocupado por el agua desbordada sobre las planicies como un efecto que causa daños a las cimentaciones de la infraestructura urbana y a la salud de la población, pues dependiendo del tiempo que ésta permanezca pueden o no generarse enfermedades o epidemias.

En la tabla N°4.24 se pueden apreciar los valores de los volúmenes de agua obtenidos para el Tramo Final del Río Chillón.

TABLA N°4.24
VOLUMEN DE AGUA CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA

Periodo de Retorno	VOLUMEN (m ³)								
	Superficialmente Inundadas (1) (0 – 0.50m)			Moderadamente Inundadas (2) (0.50 – 1.00m)			Profundamente Inundadas (3) (1.00m – a más)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	2 años	-	-	-	-	-	-	-	-
5 años	6973.77	6 441.78	554.62	40 963.19	49 253.36	-	508 974.55	82 829.23	-
10 años	9 106.98	10 424.57	1 323.52	52 892.36	94 165.05	-	1 085 681.13	90 899.87	-
50 años	21 974.72	15 603.76	3 544.46	133 860.20	71 699.64	-	2 636 312.98	155 647.37	-
100 años	20 051.77	18 274.35	4 678.67	123 586.19	53 321.64	13.51	2 740 605.19	194 340.86	-
500 años	17 727.45	23 900.38	7 290.94	91 841.72	38 583.56	377.80	3 205 972.21	245 407.42	-

I : Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

II : Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.

III : Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.

FUENTE : Elaboración propia.

Los valores de la tabla anterior muestran el volumen ocupado por el agua sobre la planicie de inundación, las cantidades obtenidas y clasificadas según el grado de amenaza muestran, que para cualquier periodo de retorno analizado el sector I se verá seriamente afectado, mientras que el sector III sería ocupado por cantidades de agua menores. Los gráficos 4.9, 4.10 y 4.11 pertenecientes a los sectores I, II y III respectivamente muestran la variación de los volúmenes de agua, según la clasificación de grado de amenaza.

Teniendo en cuenta a la profundidad como parámetro importante para la determinación de la intensidad de una inundación se ha calculado el valor promedio de ésta en cada sector del Tramo de estudio, la tabla siguiente nos muestra los valores obtenidos del modelo realizado, clasificados según el grado de amenaza:

TABLA N°4.25
PROFUNDIDAD DE AGUA CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA

Periodo de Retorno	Profundidad Promedio (m)								
	Superficialmente Inundadas (1) (0 – 0.50m)			Moderadamente Inundadas (2) (0.50 – 1.00m)			Profundamente Inundadas (3) (1.00m – a más)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2 años	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 años	0.29	0.13	0.06	0.75	0.80	-	2.24	1.43	-
10 años	0.25	0.16	0.09	0.79	0.80	-	2.42	1.43	-
50 años	0.27	0.18	0.16	0.77	0.83	-	2.22	1.49	-
100 años	0.26	0.20	0.18	0.77	0.82	0.52	2.25	1.47	-
500 años	0.27	0.23	0.22	0.77	0.82	0.56	2.48	1.54	-

I : Sector comprendido entre el Puente Panamericana y el Puente Inca.

II : Sector comprendido entre el Puente Inca y el Puente Gambeta.

III : Sector comprendido entre el Puente Gambeta y la Desembocadura.

FUENTE : Elaboración propia.

Del mismo modo que en las tablas anteriores, los valores máximos se producen para el sector I, lo que indica que de producirse una inundación con las características de caudal analizados, la intensidad de la inundación será mayor en el sector I, seguido por el sector II y al final el sector III. Hay que tener en cuenta que los resultados mostrados corresponden a valores promedios, los máximos llegan en algunos casos hasta 6.1m de profundidad (para un caudal cuyo periodo de retorno es 500 años).

VOLUMEN DE AGUA CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA - SECTOR I

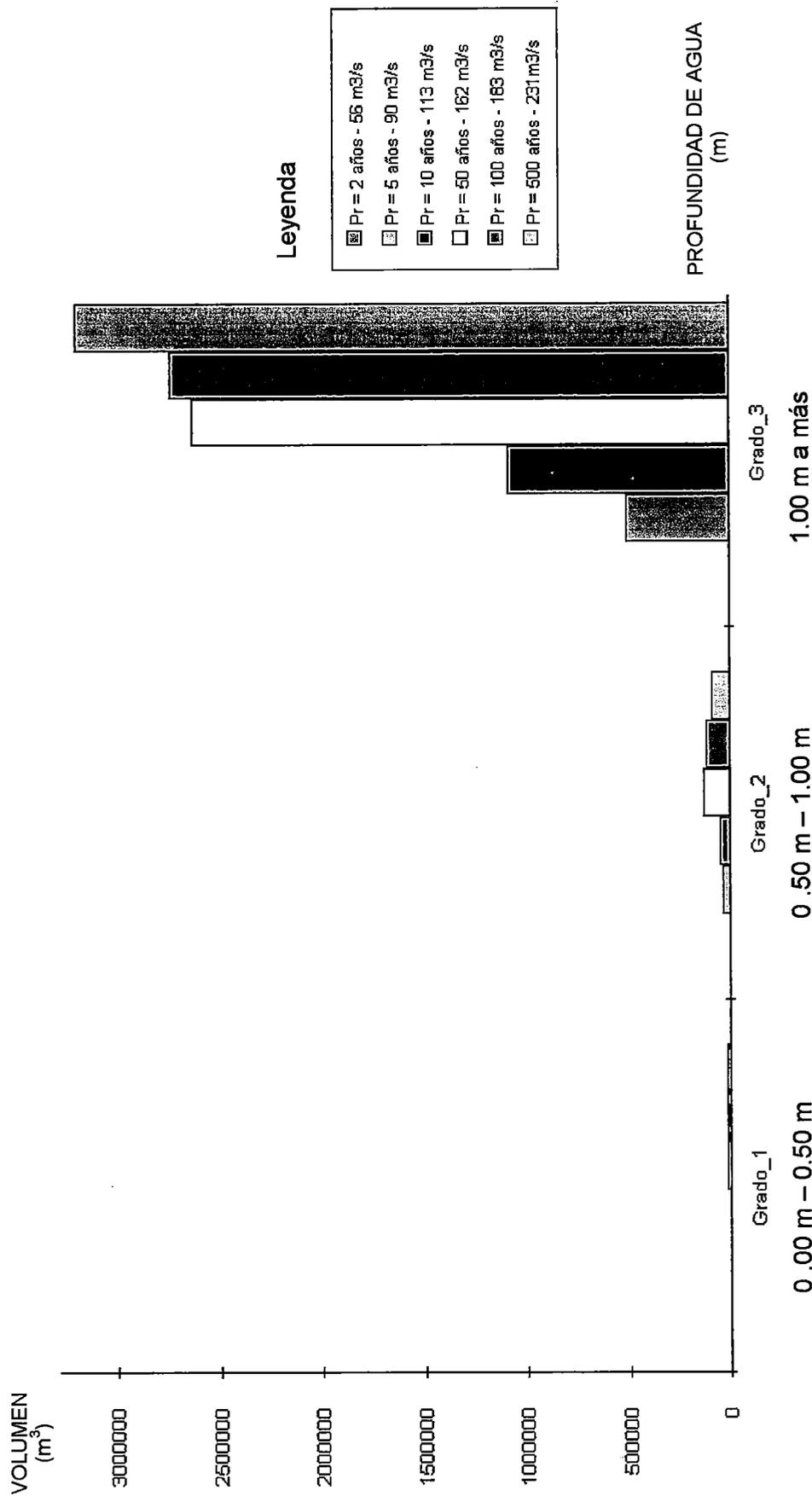


GRÁFICO N°4.9

VOLUMEN DE AGUA CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA - SECTOR II

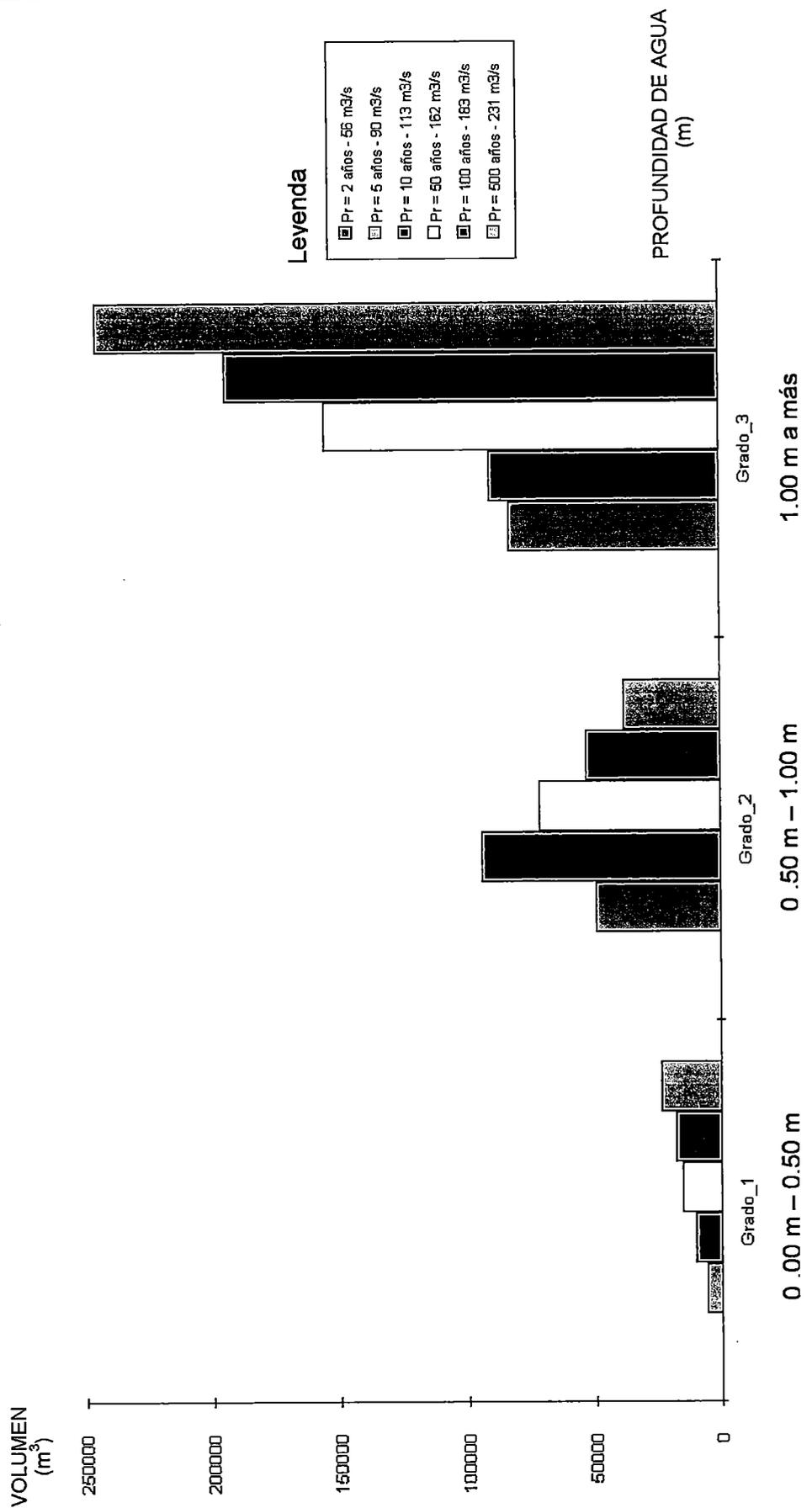


GRÁFICO N°4.10

VOLUMEN DE AGUA CLASIFICADAS SEGÚN EL GRADO DE AMENAZA - SECTOR III

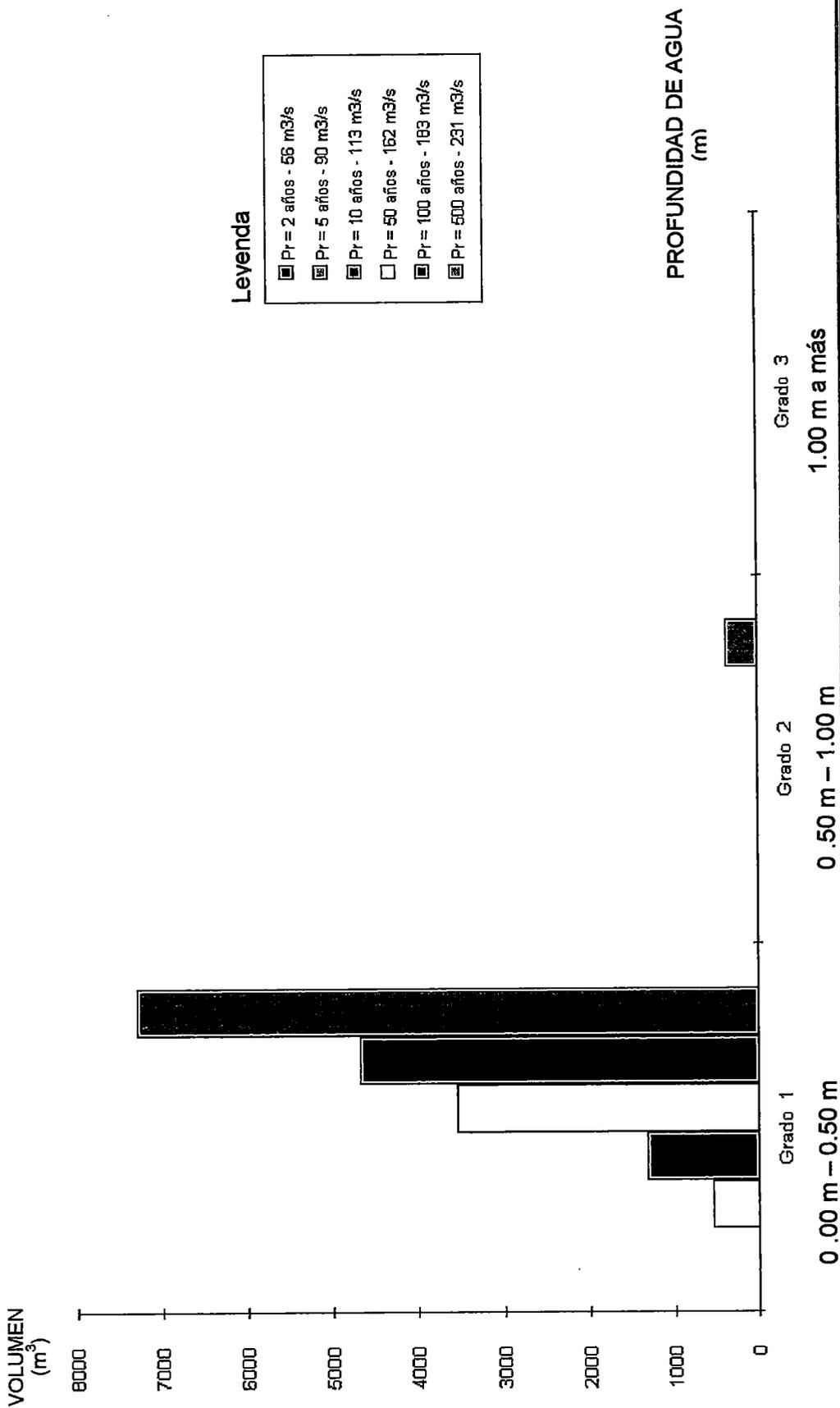


GRÁFICO N°4.11



CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

GENERALES

- ❖ Las inundaciones son eventos naturales que causan daños a las poblaciones asentadas en las planicies de un río, que no cuentan con una adecuada planificación en su establecimiento.

- ❖ Los ríos deben ser considerados y ordenados teniendo en cuenta todas sus dimensiones (ecológica, geomorfológica, hidráulica, sedimentaria y territorial) y permitiendo que mantenga su dinámica. La ordenación urbana, debe realizarse dando flexibilidad a los espacios que están inmersos en la dinámica fluvial (Llanuras de Inundación). Ambos tipos de ordenación: fluvial y urbana, deben hacerse de manera que se controlen los riesgos derivados de las avenidas. Las diferencias entre las dinámicas fluviales y urbanas hacen que su ordenación conjunta no sea fácil.

- ❖ En el trayecto del Río Chillón se presentan áreas de inundación que tienen un gran valor agrícola las mismas que están cambiando de uso a consecuencia de la alta demanda de vivienda originada por el flujo migratorio poblacional; estos nuevos moradores a su vez se asientan en las márgenes ribereñas y deterioran las condiciones naturales del cauce y márgenes del río, acrecentando de este modo la amenaza por inundaciones.

- ❖ La falta de planificación para la utilización racional de las áreas ribereñas del río Chillón, aunados a los eventos de máximas descargas, han ocasionado

inundaciones con la consecuencia de pérdidas económicas que retrasan el desarrollo de los distritos asentados en la parte baja de su cuenca.

DE LA METODOLOGÍA

- ❖ La metodología empleada en esta investigación (unión del Modelo Hidráulico Unidimensional HEC – RAS y el SIG ArcView GIS, mediante GeoRAS), nos proporciona una mayor rapidez en el procesamiento de bases de datos de ingeniería básica (topografía, hidrología, etc.) y una salida gráfica que nos permite el análisis y la comparación de los datos de la llanura de inundación con otros datos en formato digital (uso de suelo, mapas catastrales, etc.) teniendo así una mejor observación del problema, para ejecutar planificación y mitigación en el caso de desastres.
- ❖ Al desarrollar este modelo, los mapas obtenidos poseen como característica principal la ubicación geográfica, sea en coordenadas geográficas o cartesianas permitiendo una mejor ubicación de las zonas afectadas; a diferencia de otros programas que sólo producen modelos de inundación en coordenadas relativas.
- ❖ Los proyectos de zonificación realizados con Sistemas de Información Geográfica, permiten al usuario la incorporación de nuevos datos o información actualizada que va mejorando la base de datos creada inicialmente. Es decir, que los proyectos SIG son dinámicos.
- ❖ Es posible realizar conexiones con equipos de satélite o sensores remotos, que transmitan la información de caudales al modelo, generando en tiempo real, planos que contengan la ubicación de las zonas afectadas, y así poder desarrollar planes de emergencia y ayuda, mitigando el desastre de la inundación.
- ❖ La adquisición de la base de datos es quizá el paso que demanda mayor trabajo y tiempo, pues dependiendo del tipo de datos de entrada, se obtendrán salidas de acuerdo a lo necesitado.

- ❖ La extensión HEC – GeoRAS, utilizada como enlace entre el SIG y el programa HEC – RAS, asume que las secciones transversales se encuentran trazadas en tramos rectos; debido a la necesidad del modelo programa usado de contar con secciones transversales definidas perpendicularmente a las líneas de flujo de ambos bancos y del cauce principal. En resumen, el ancho de la planicie de inundación puede ser sobre estimado debido a la suposición de tramos rectos en lugar de tramos curvos. La aproximación en este estudio asume que todas las secciones transversales ocurren en tramos rectos.

- ❖ El programa HEC – RAS versión 3.1.1, ha utilizado para el modelo de la curva de remanso, la opción de Flujo Permanente con el fin de obtener resultados conservadores con respecto a las alturas de la superficie de agua, emplea la ecuación de la energía donde no se contemplan términos dependientes del tiempo. También se ha tomado en cuenta la dirección del flujo en una sola dimensión (unidimensional), es decir que sólo son consideradas las componentes de la velocidad que posean la misma dirección que el flujo, en este caso la premisa es que la energía total es la misma en todos los puntos de una sección transversal. Además el modelo admite canales naturales o construidos con pendientes pequeñas, menos de 1:10; debido a que la presión, componente de la ecuación de la energía, está representada por la profundidad del agua medida verticalmente.

DE LA APLICACIÓN AL RÍO CHILLÓN

- ❖ La evaluación hidrológica efectuada para la determinación de los eventos de valores máximos se ajusta mediante el método de Gumbel, encontrándose como parámetros los caudales de 113 m³/s para un periodo de retorno de 10 años, 162 m³/s para un periodo de retorno de 50 años, 183 m³/s para un periodo de retorno de 100 años y 231 m³/s para un periodo de retorno de 500 años.

- ❖ La creación de la base de datos es la actividad que tomó más tiempo debido a la falta de información topográfica actualizada de los ríos de nuestro país (los

planos topográficos digitalizados datan del año 1990), pues existen cambios no registrados del uso del suelo y de la topografía que deben ser corregidos antes de efectuar el modelo hidráulico.

- ❖ Debido a que la información disponible, se encontraba en escalas demasiado pequeñas o con poco detalle de curvas de nivel, fue necesario recurrir a métodos de interpolación que nos permitan la creación de curvas a menores intervalos, esta interpolación fue realizada por el SIG – Arc View.
Salvando esta limitación, el modelo digital de terreno obtenido es efectivo, pues representa con realismo la topografía del lugar.
- ❖ Acoplados los datos topográficos e hidrológicos se realizó la modelación de áreas de inundación.
- ❖ El tramo en estudio se ha dividido en tres sub – tramos: Puente Panamericana – Puente Inca; Puente Inca – Puente Gambeta; Puente Gambeta – Desembocadura.
- ❖ Los resultados de áreas y volúmenes de inundación obtenidos de la modelación (ver Tablas N°4.16 y N°4.17); nos confirman que el Tramo Puente Panamericana – Puente Inca es el sector más crítico, debido a que la población vive cerca de la orilla, además que en buena parte del tramo el nivel del fondo del cauce del río se encuentra por encima del nivel del terreno de las planicies urbanizadas (ver fotografías en el anexo E). También es preocupante lo que sucede en el Tramo III: Puente Inca – Desembocadura, zona Hacienda Chuquitanta, en sus amplias llanuras se ha comenzado a realizar actividades de agricultura, recreación, extracción del material de lecho, encontrándose éstas amenazadas por las posibles inundaciones (margen derecha del encauzamiento en construcción).
- ❖ Los valores de las áreas inundadas calculadas para la planicie de inundación incluyen las áreas urbanas y las pocas parcelas agrícolas aún existentes (Hacienda Chuquitanta), dependiendo del periodo de retorno analizado tenemos:

Para 5 años, 48.808ha; para 10 años, 81.754ha; para 50 años, 189.213ha; para 100 años, 192.284ha, y para 500 años 198.708ha.

- ❖ Según los Periodos de Retorno, la cantidad de hectáreas urbanas inundables para el Tramo en estudio es como sigue: Para 5 años, 32.617ha; para 10 años, 57.966ha; para 50 años, 153.942ha; para 100 años, 157.460ha, y para 500 años 161.430ha.
- ❖ Teniendo en cuenta los valores de áreas urbanas afectadas, es posible contabilizar la cantidad de personas que se encuentran en peligro de sufrir los efectos de una inundación. Con este fin se ha considerado los valores de densidad poblacional siguientes:

Tabla 5.1
DENSIDAD POBLACIONAL POR DISTRITOS

Tramo	Districtos	Población (hab.)	Área (ha.)	Densidad (hab./ha)
Sector I	Los Olivos	231 367	1 832.25	126.27
Sector II	San Martín	385 759	3 628.72	106.31
Sector III	Ventanilla	95 654	8 141.83	11.75

FUENTE: Grupo temático medio ambiente – Chillón – Censos Nacionales 1993.

Los resultados obtenidos del producto de la densidad poblacional por el valor del área urbana hallada del análisis realizado con el Sistema de Información Geográfica (ver Tabla 4.20), se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5.2
HABITANTES BAJO AMENAZA DE INUNDACIÓN

Tramo	HABITANTES					
	2 años	5 años	10 años	50 años	100 años	500 años
Sector I	-	3 866	6 962	18 241	18 338	18 681
Sector II	-	88	122	197	195	209
Sector III	-	13	20	138	122	135
TOTAL	-	3 967	7 104	18 576	18 655	19 025

FUENTE: Elaboración propia.

Estos resultados muestran que el sector I, posee una mayor cantidad de habitantes en peligro de inundación, en relación a los otros sectores; teniendo en cuenta los diferentes escenarios analizados (diferentes periodos de retorno).

- ❖ Las zonas inundables han sido clasificados de acuerdo al grado de amenaza; teniendo en cuenta el área inundada, volumen y tirante, en: (1) Ligeramente inundadas (si el tirante varía entre 0 – 0.50m), (2) Moderadamente inundadas (si el tirante varía entre 0.50 – 1.00m) y (3) Profundamente inundadas (si el tirante varía entre 1.00 – a más). Ver resultados de la aplicación al Río Chillón en el Gráfico 4.6, 4.7 y 4.8.
- ❖ Es necesario la realización de un plan que contemple la atenuación de crecidas en el Tramo Final del Río Chillón, de este modo será posible mitigar los efectos de la inundación sobre la población. Para tal propósito es necesario que la población se encuentre informada de la zonificación realizada.

5.2 RECOMENDACIONES

Durante el curso de esta investigación, se revisaron conceptos nuevos y otros ya conocidos, pero que en conjunto tienen un efecto importante en el proceso del modelamiento hidráulico y en la calidad de los resultados obtenidos.

- ❖ Es recomendable contar con información topográfica reciente y actualizada, en una escala grande o relativamente grande (1: 5000), donde exista detalle de las curvas de nivel, si es posible a cada metro. Dependiendo del nivel de detalle contenido en el DTM, se contará con mejores datos de secciones transversales para el modelo hidráulico.
- ❖ Los datos y proyecciones de los mapas deben encontrarse en unidades consistentes, para este proyecto todos los datos fueron ingresados considerando las unidades del Sistema Internacional de Medidas.

- ❖ La densidad apropiada de secciones transversales debe ser determinada basada en la forma del canal y los requerimientos del modelo hidráulico. De otro modo, los tramos curvos y los cambios de elevación no serán correctamente representados en el modelo de terreno. Encontrar el número ideal de secciones transversales y el espaciamiento entre ellas, es un proceso iterativo, se debe tener en cuenta que en tramos curvos el espaciamiento será menor que en los tramos rectos.
- ❖ Es recomendable que el ancho de las secciones transversales, definidas en el ArcView, no sobrepase los límites admitidos por el HEC – RAS, es decir que no sea mayor a 500 puntos, si esto sucediera, la geometría puede ser editada.
- ❖ Tomando en cuenta los resultados obtenidos del Modelo Hidráulico es recomendable el establecimiento de un Plan Integral de Manejo de Inundaciones para las urbanizaciones de San Diego y Chuquitanta (en crecimiento); este plan puede incluir medidas del tipo no estructural (Sistemas de Alerta Temprana y Medidas de Evacuación) y Medidas Estructurales (como la rehabilitación adecuada de las defensas ribereñas existentes y atenuación de las crecidas).
- ❖ Si bien el programa HEC – RAS tiene la opción para estimar distribución de velocidades a lo ancho del cauce, éstas no proporcionan valores representativos en las zonas de la planicie de inundación en donde debido a la amplitud de las mismas el flujo puede tomar diferentes direcciones se recomienda no usar esta opción, sería más conveniente realizar un análisis con un modelo bidimensional.
- ❖ Se recomienda usar la opción “*levee*” del programa HEC – RAS para colocar los alineamientos de diques en las secciones transversales. Si bien esta opción simplifica los diques como líneas verticales de color lila y reduce el área hidráulica la aproximación obtenida es buena pues no se han encontrado diferencias significativas en los resultados obtenidos para las áreas inundadas, como se puede ver en la tabla 5.3. Además en el sector II los diques ubicados en

la margen derecha representan obstáculos de desmonte, basura y la construcción de ubicados en la planicie y que limitan el cauce principal del río Chillón.

Tabla 5.3
DIFERENCIA ENTRE ÁREAS HIDRÁULICAS

Periodo de Retorno	ÁREA (Ha.)			
	Diques "verticales"	Diques 1V:2H	Diferencia de áreas	% del área total
2 años	74.439	74.419	0.020	0.03
5 años	123.220	122.965	0.255	0.20
10 años	156.178	155.341	0.837	0.54
50 años	263.653	262.283	1.37	0.52
100 años	266.723	265.760	0.963	0.36
500 años	273.149	270.588	2.561	0.94

FUENTE: Elaboración propia.

- ❖ Después de realizada esta investigación pudimos observar que es necesario realizar y difundir de forma más intensiva la zonificación de áreas inundables en zonas donde aún no existen habilitaciones urbanas, de este modo podemos prevenir y reducir los daños causados a las poblaciones debido a la inundación.
- ❖ Es necesario realizar campañas de información y educación, organizadas por los entes pertinentes; así la población tendrá conocimiento de las causas y efectos de la inundación como desastre, comprenderá las dinámicas del río y apoyará la implementación de los planes de emergencia.
Enseñar a la población, es la mejor forma de prevención y mitigación ante los desastres naturales.
- ❖ Los resultados de esta investigación son un primer esfuerzo por contribuir a la zonificación de áreas inundables, sería recomendable que las autoridades locales continuaran con la actualización y mejora de la base de datos.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

- ❖ DOLZ RIPOLLÉS, José / GOMEZ VALENTIN Manuel / MARTIN VIDE Juan Pablo; INUNDACIONES Y REDES DE DRENAJE URBANO; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos 1^{era} edición; Madrid, 2001.
- ❖ Grupo Temático MEDIO AMBIENTE CHILLÓN – NOVIB – CIDIAG – CNA - FOVIDA; MANEJO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RÍO CHILLÓN; CIDIAG; Lima, 1999.
- ❖ INEI – Instituto Nacional de Estadística e Informática; CENSOS NACIONALES; Lima – Perú, 1993.
- ❖ MARTÍN VIDE, Juan Pedro; INGENIERÍA FLUVIAL; Edición de la Universidad politécnica de Cataluña – UPC, Bogotá, 1997.
- ❖ MEIJERINK, Allard M. J. / BROUWER, Hans A. M. / MANNAERTS, Chris M. / VALENZUELA Carlos R.; INTRODUCTION TO THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR PRACTICAL HIDROLOGY; UNESCO, 1999.
- ❖ ROCHA FELICES, Arturo; INTRODUCCIÓN LA HIDRÁULICA FLUVIAL; Edición de la Facultad de Ingeniería Civil – Universidad Nacional de Ingeniería 1^{era} edición, Lima – Perú, 1998.
- ❖ SCHORÖDER Wolfgang; REGULARIZACIÓN Y CONTROL DE RÍOS; Edición del Instituto de Hidráulica, Hidrología e Ingeniería Sanitaria – Universidad de Piura 1^{era} edición, Piura - Perú, 1994.
- ❖ YRIGOYEN GUTIERREZ, Raúl; PROBLEMÁTICA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHILLÓN – RÍMAC – LURIN; Compendio de Ponencias; Tacna, 1998.

ARTÍCULOS Y MANUALES

- ❖ BARTOSOVÁ Alena / CLARK David E. / TAYLOR Kyra S.; USING GIS TO EVALUATE THE EFFECTS OF FLOOD RISK ON RESIDENTIAL PROPERTY VALUES; Marquette University; Milwaukee, 1992.
- ❖ DESASTRES Y SOCIEDAD; DESBORDES – INUNDACIONES Y DILUVIOS; Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina; 1994.
- ❖ ESPINOZA GUANILLO, Napoleón; INFORME FINAL DEL PROYECTO DE ASESORAMIENTO EN LA DIRECCIÓN TÉCNICA DE LA LIMPIEZA DE CAUCE DEL RÍO CHILLÓN Y REFORZAMIENTO DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS EN LA DESEMBOCADURA AL MAR; Callao, 1997.
- ❖ INSTITUTO PARA LA MITIGACIÓN DE LOS EFECTOS DEL FENÓMENO EL NIÑO – IMEFEN – CISMID; INFORME DE LA INUNDACIÓN EN LA ZONA DE SAN DIEGO – RÍO CHILLÓN; Lima, 2001.
- ❖ MOSQUERA MOQUILLAZA, Alberto; CUENCA DEL CHILLÓN: UN PULMÓN NATURAL, HISTÓRICO Y CULTURAL; Revista de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Lima, 2002.
- ❖ US ARMY CORPS OF ENGINEERS – HIDROLOGIC ENGINEERING CENTER; HEC – GeoRAS AN EXTENSION FOR SUPPORT OF HEC – RAS USING ArcView versión 3.1; octubre 2002.
- ❖ US ARMY CORPS OF ENGINEERS – HIDROLOGIC ENGINEERING CENTER; Manual del Usuario HEC – RAS versión 3.1; octubre, 2002.
- ❖ US ARMY CORPS OF ENGINEERS – HIDROLOGIC ENGINEERING CENTER; Manual de Referencias Hidráulicas HEC – RAS; octubre, 2002.

TESIS

- ❖ MACHICAO PEREYRA, Carlos; PROYECTO DE ENCAUZAMIENTO RÍO CHILLÓN; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil; UNI – FIC, Lima, 1971.
- ❖ SILVA ROJAS, Carlos Alberto; ENCAUZAMIENTO DEL RÍO CHILLÓN – TRAMO HACIENDA CABALLERO - DESEMBOCADURA; Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil; UNI – FIC, Lima, 2000.
- ❖ TATE, Eric Christopher; FLOODPLAIN MAPPING USING HEC – RAS AND ARC VIEW GIS; Center for Research in Water Resources; Texas, 1999.

INFORMACIÓN ELECTRÓNICA

- ❖ O.E.A. – Organización de Estados Americanos; DESASTRES, PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO: MANEJO DE AMENAZAS NATURALES PARA REDUCIR LOS DAÑOS; Edición del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente; Washington D.C, 1991.
- ❖ [http://www.fema.gov/FEMA_Flood_H_M_Handbook-APPENDIX A.htm](http://www.fema.gov/FEMA_Flood_H_M_Handbook-APPENDIX_A.htm)
- ❖ <http://www.familia.cl/familia/natu/pgnatu/elagua1.asp>
- ❖ <http://www.cai.org.ar/medioambiente/>
- ❖ [http://www.sire.gob.co/Inundacion/panorama.htm#definicion.](http://www.sire.gob.co/Inundacion/panorama.htm#definicion)
- ❖ <http://www.esri.com/scripts>

***ANEXO A : ELABORACIÓN DE
MAPA DE AMENAZA PARA EL
RÍO CHILLÓN***

ELABORACIÓN DE MAPA DE AMENAZA PARA EL RÍO CHILLÓN

Bach. Ing. Daly Grace Palomino

INTRODUCCION

Este aplicación describe la forma de uso del Sistema de Información Geográfica ArcView versión 3.2, el sistema de modelamiento de ríos HEC-RAS versión 3.1.1 y la extensión HEC-GEORAS versión 3.1, la cual se encargará de actuar como una interfase entre estos dos programas.

OBJETIVOS

- Conocer el funcionamiento de un Sistema de Información Geográfica, sus aplicaciones y sus alcances.
- Realizar la conexión entre el Sistema de Información Geográfica y el Sistema de Análisis de Ríos.
- Conocer el uso de la extensión HEC-GEORAS para su utilización en la elaboración de mapas de amenaza de inundación.

DESCRIPCIÓN

Es necesario contar con los programas ArcView versión 3.2 y las extensiones 3D Analyst versión 1.0 y Spatial Analyst versión 1.1.

La extensión HEC-GEORAS versión 3.1 ha sido creada por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos en idioma Avras, lo que le permite importar y exportar los archivos entre los programas anteriormente mencionados.

Para comenzar con un nuevo proyecto, es necesario inicializar el ArcView, cargando en el menú archivo las extensiones utilizadas HEC-GEORAS, 3D Analyst y Spatial Analyst (el último es opcional).

COMENZANDO UN NUEVO PROYECTO

Antes de continuar, grabar el nuevo proyecto decidiendo el directorio donde los datos SIG serán almacenados. Si el directorio no existe, crear uno utilizando "file manager". Para el ejemplo el directorio del proyecto es "C:\planoschillon\Río Chillón.apr".

Crear una vista (el nombre colocado por defecto será View1).

CREANDO UN TIN Y SUS CONTORNOS

Para continuar con la entrada de datos es necesario ingresar la información sobre el terreno, para esto se creará un Modelo de Elevación Digital utilizando el formato TIN del SIG para crear este DEM, los datos sobre topografía deben ser ingresados añadiendo una nueva capa o tema a la Vista 1, la cual debe poseer las propiedades de elevación (cotas).

Crea el DEM en formato TIN, desde el menú **Surface** ⇒ **Create a TIN from Features**, seleccionar el tema con las propiedades topográficas y presionar **OK**.

El DEM con formato TIN será añadido a la Vista 1 automáticamente.

Luego de creado el DEM es recomendable crear contornos seleccionando **Surface** ⇒ **Create Contours**, aparecerá un ventana dando la opción de ingresar el intervalo del contorno; puede usar 10 por defecto y presionar **OK**. El tema contorno será añadido, el tema contorno tiene una mayor velocidad de generación comparado con el DEM formato TIN, por esto es preferible usarlo.

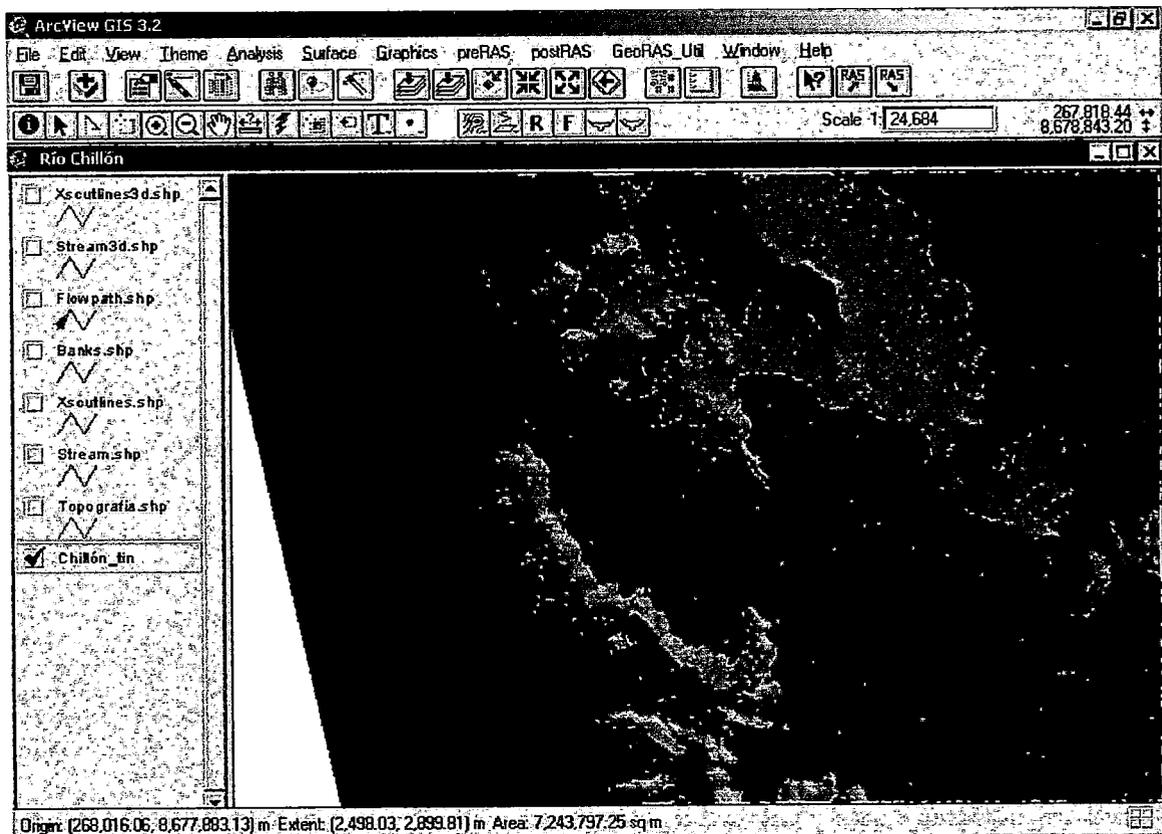


Figura A.1: Vista del TIN creado por la extensión 3D Analyst.

CREANDO TEMAS RAS

En esta sección se crearán y editarán una serie de capas o temas que se denominan comúnmente RAS TEMAS. Los TEMAS RAS son creados para extraer los datos geométricos para el análisis hidráulico. Los temas creados son:

- Stream Centerline.
- Terrazas.
- Flow Path Centerline.
- Líneas de Secciones Transversales.
- Uso del suelo.

La opción del menú PRE-RAS es usada para pre-procesar la geometría que será importada del HEC-RAS, es recomendable seguir la secuencia recomendada en la lista despegable del menú.

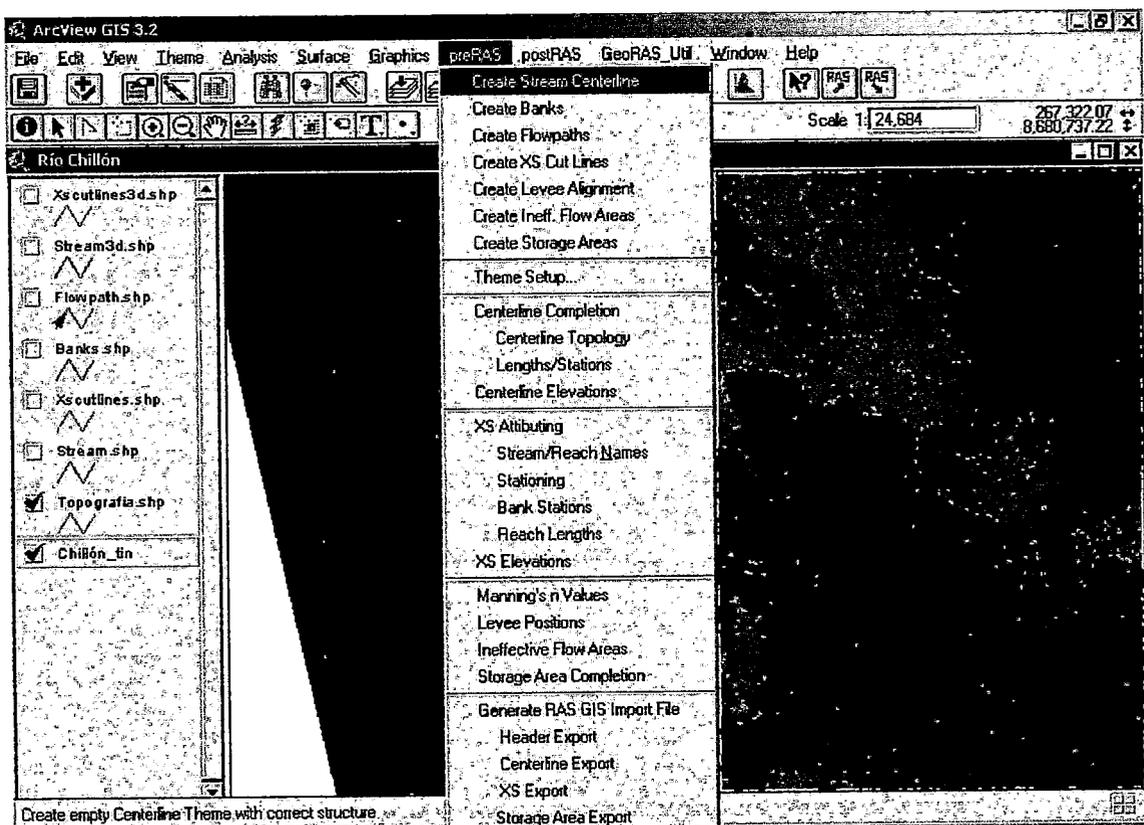


Figura A.2: El menú preRAS es capaz de crear todos los temas necesarios para obtener la geometría básica necesaria en el modelo hidráulico.

STREAM CENTERLINE

Esta capa debe ser creada primero, es usada para establecer el canal principal del río.

Seleccione el menú preRAS → Create Stream Centerline, especifique el nombre del tema y el directorio de destino luego presione **OK**.

El nuevo tema será añadido a la Vista 1 y estará activo y listo para ser editado. Para comenzar a dibujar se empleará la herramienta de dibujo (Draw line), localizando el cursor aguas arriba, allí será colocado el primer punto, dibuje los tramos del río uno por uno. La herramienta de dibujo permite usar la captura de puntos activando el snap.

Después de creado el river network, seleccione el menú View → Stop editing. Sin embargo el tema no estará completo hasta que se le haya asignado un nombre al River Reach. Aún estando activo el tema seleccionar la herramienta River ID, y colocara un nombre con un máximo de 16 caracteres.

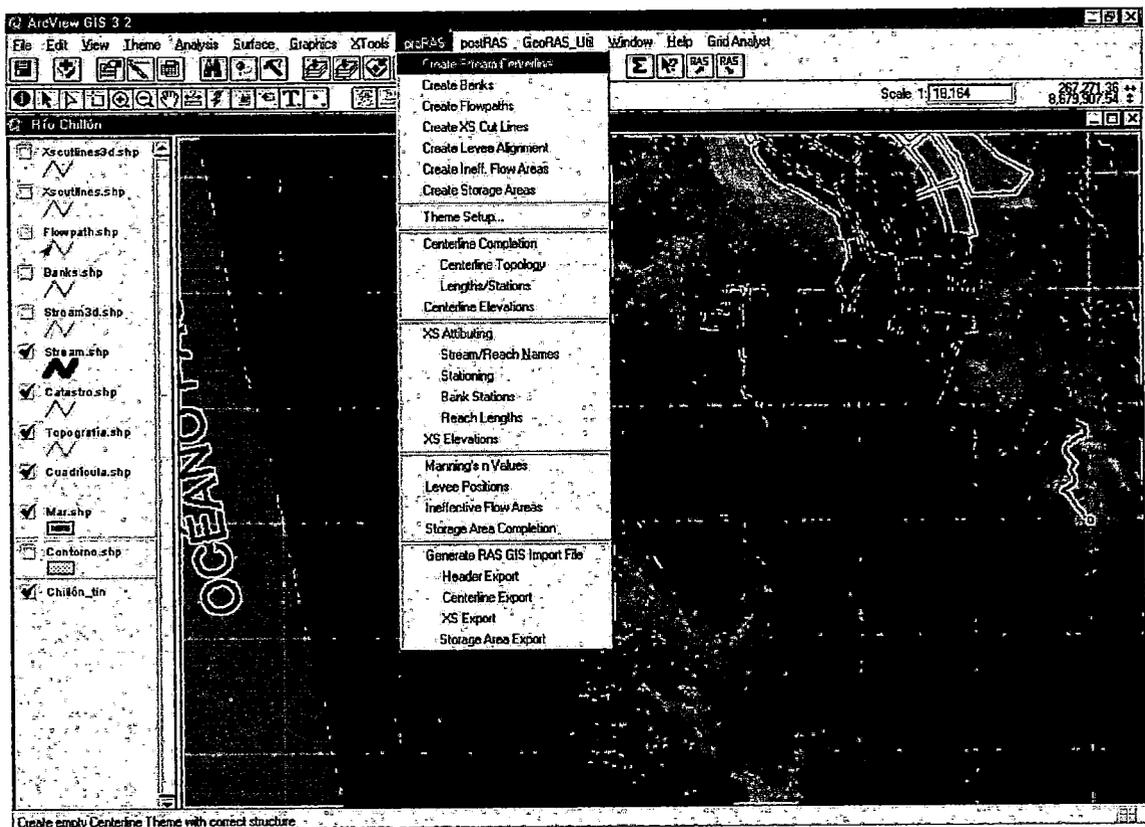


Figura A.3: El Stream theme crea el eje del cauce principal.

TERRAZAS O BANCOS

Este tema es usado para identificar el área del canal principal de transporte del área de la llanura de inundación.

Seleccione el menú preRAS \Rightarrow Create Banks tema, entre el nombre y el directorio de destino en el diálogo que aparece y luego presione **OK**.

Use la herramienta de dibujo Draw Line para graficar la localización de los bancos del canal. Deben usarse líneas separadas para el banco izquierdo y derecho del río. Las líneas de bancos para los tributarios pueden traslapar las líneas de bancos del sistema principal. Después de definir cada línea de banco, seleccione View \Rightarrow Stop editing. La creación de este tema es opcional.

LÍNEAS DE FLUJO

Las líneas de flujo son usadas para determinar la longitud de alcance aguas abajo entre las secciones transversales en el canal y en las áreas de sobre bancos.

Para obtener este tema seleccione el menú preRAS \Rightarrow Create Flowpaths. Como anteriormente se creó el tema Stream Centerline aparecerá un cuadro de dialogo preguntando si el centro de flujo debe ser copiado, presione “si” para copiar la línea central.

Deben ser creadas dos trayectorias de flujo a la izquierda y derecha de la línea central para cada uno de los ríos utilizando la herramienta de dibujo “Draw tool”. Crea las trayectorias de flujo en dirección del flujo y localiza para indicar el centro de masa del flujo para un evento específico. Una vez terminado este proceso seleccionar el menú Theme \Rightarrow Stop Editing.

Cada trayectoria de flujo debe ser etiquetada con un identificador: Left (izquierda), Right (derecha), Middle (centro), correspondiendo a cada uno de las trayectorias de flujo trazadas. La creación del tema Flow path es opcional.

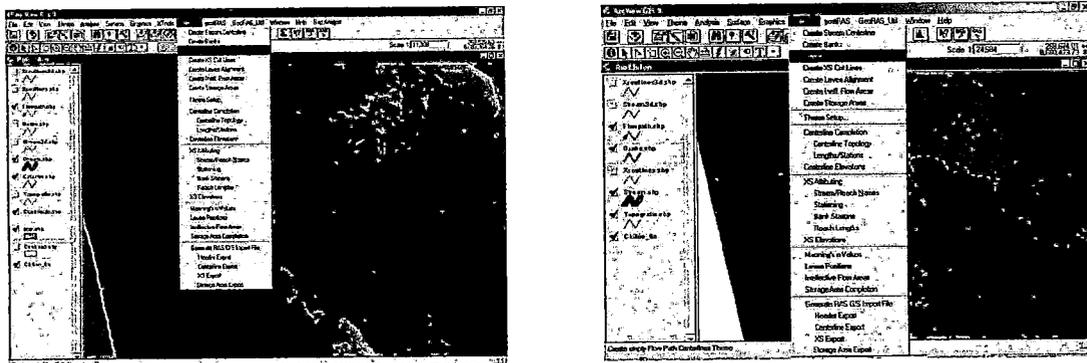


Figura A.4: Vistas de las ventanas de ArcView para los temas Bancos y Líneas de Flujo.

SECCIONES TRANSVERSALES

Las secciones transversales son usadas para identificar la localización de los datos que serán extraídos del modelo de elevación digital (en formato TIN) y cada estación, y el cálculo del uso del terreno.

Para crear el tema es necesario seleccionar del menú preRAS \Rightarrow Create XS Cutlines, colocar el directorio de destino y el nombre, luego presionar **OK**.

Use la herramienta de dibujo para definir el lugar de donde serán tomadas las secciones transversales, dibujando éstas de izquierda a derecha y en forma perpendicular a la dirección del flujo. Una vez terminada la localización seleccionar el menú Tema \Rightarrow Stop Editing.

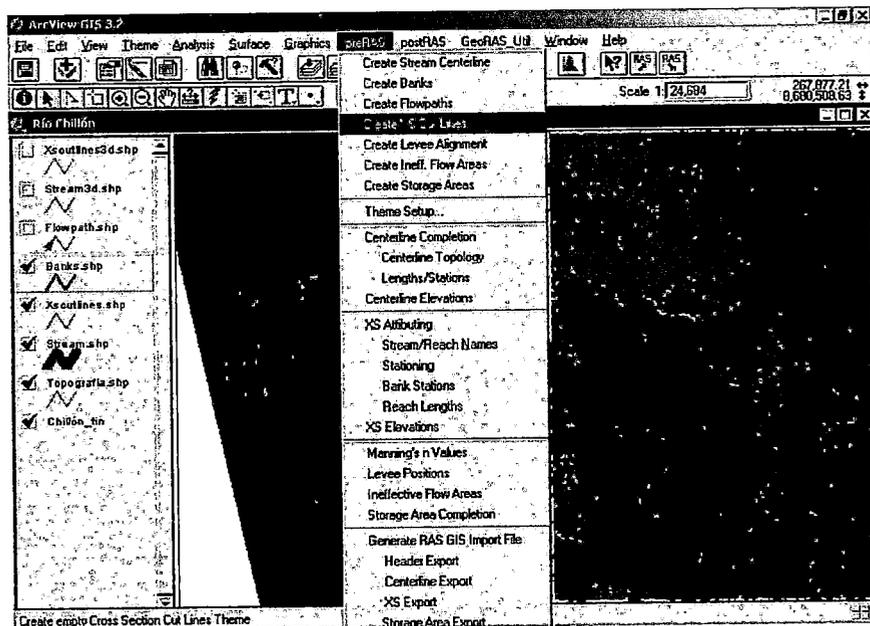


Figura A.5: Ventana de ArcView con secciones transversales trazadas.

USO DEL SUELO

Este tema es usado para referenciar los coeficientes de rugosidad para cada sección transversal.

Es necesaria la creación de un tema con las características de polígono el cual será utilizado para estimar el valor del coeficiente de Manning de cada sección transversal.

Seleccione el menú GeoRas_Util \Rightarrow Create LU-Manning table. Del cuadro de diálogo seleccione el campo que será referenciado con los atributos del tema Land Use; los atributos del campo seleccionado serán añadidos a una nueva tabla que tendrá por defecto el nombre "lumanning.dbf" y será guardado en el directorio del proyecto.

La nueva tabla creada tendrá los campos de uso de suelo y "N_value". Para editar los valores de la tabla, seleccionar "TABLE" de la ventana del proyecto, la nueva tabla será

listada, seleccionar la tabla y presionar Open. Luego dirigirse al menú Table ⇒ Start Editing para comenzar a ingresar los “n” valores. Cuando se haya terminado la operación de edición seleccionar del menú Table ⇒ Stop Editing.

Nótese que la tabla lummaning.dbf está unida a la tabla de características del tema Land Use, y por lo tanto deben permanecer juntas (referenciadas en el proyecto Arc View).

ALINEAMIENTO DE DIQUES

Esta capa es utilizada para delinear la posición de aquellas estructuras que obstruyen el flujo lateral del agua en la llanura de inundación. Esta capa es utilizada en los sistemas de diques, pero también pueden ser usados para indicar caminos altos, o puentes que conecten secciones transversales múltiples.

Seleccionar del menú principal preRas ⇒ **Create Levee Alignment** esto creará un nuevo shapefile, ingresar la localización del sistema de diques utilizando la herramienta de dibujo (Draw Line tool), luego de haber creado la línea de diques, es necesario abrir la tabla adjunta a esta capa y verificar si existe el campo Levee_ID.

AREAS INAFECTAS AL FLUJO

Esta capa es usada para identificar porciones de la sección transversal que no están afectadas por el transporte activo del flujo. Puede ser rápidamente construido utilizando una inspección visual aguas arriba y aguas debajo de puentes y alcantarillas y en las áreas de remanso.

Para crear esta capa seleccione del menú principal preRas ⇒ Create Ineff. Flow Areas, dibuje cada área inefectiva al flujo usando la herramienta de dibujo de polígonos (Draw polygons tool), una vez terminada la edición de esta capa seleccione del menú principal Tema → Stop Editing. La tabla de atributos generada por esta capa debe tener un campo denominado *IA_ID*, necesario para el proceso de cálculo.

AREAS DE ALMACENAJE

El tema de áreas de almacenaje es usado para modelar el almacenaje de la llanura de inundación cuando se analiza un flujo no permanente. Las áreas de almacenaje no son reflejadas en las secciones transversales, la capa es construida por identificación de las áreas de almacenaje y debe estar contenida dentro de los límites del terreno TIN.

Para crear esta capa seleccione del menú principal preRas ⇒ Create Storage Areas, esto generará una nueva shapefile, el cual será añadido y editable.

Añada el límite de cada área de almacenaje utilizando la herramienta de dibujo de polígonos (Draw polygons tool), cuando este proceso haya terminado seleccione del menú principal Tema ⇒ Stop Editing.

Verificar que la tabla de atributos de este nuevo tema posea el campo denominado *SA_ID*, el cual es necesario para el cálculo.

ATRIBUTOS DE LOS TEMAS

Terminada la creación de los temas RAS, debe comenzar el proceso de extracción de la geometría, el tema Stream Centerline necesita ser completado y los atributos de las secciones transversales necesitan ser calculadas. Nótese que el tema Stream Centerline debe ser correctamente creado antes de completar el tema sobre secciones transversales, y a su vez éste debe ser completado antes de proceder a la extracción de datos adicionales.

Antes de la ejecución de los cálculos en los temas creados, es necesaria la especificación del rol de cada tema.

Del menú principal seleccionar preRas ⇒ Tema setup y asignar a las cajas de diálogo el nombre del tema RAS utilizado para el cálculo. En la parte final colocar el nombre del archivo que será exportado al HEC – RAS, la extensión de este archivo será .RASimportsdf.

Luego del mismo menú preRas seleccionar Centerline completion, esta opción completa el proceso de la topografía de la línea central.

Seleccione preRas → Centerline Elevation para crear un nuevo 3D shapefile conteniendo la información de la línea central en tres dimensiones.

Luego seleccione preRas → XS Attributing, para añadir los atributos geométricos a las líneas de las Secciones Transversales, tales como información sobre la corriente y el alcance de ésta, los bancos, longitudes aguas arriba y abajo. Para completar el proceso seleccionar del menú preRas → XS Elevations que creará un nuevo 3D shapefile conteniendo la información geométrica de las secciones transversales.

Si se posee tema de uso de suelo con coeficientes de rugosidad estimados, seleccionar preRas →Manning's value, aquí se determinará la variación horizontal del coeficiente de Manning a lo largo de cada sección transversal.

Si se posee una alineación completa de diques seleccionar preRas → Levees Positions para calcular la intersección de los diques con las secciones transversales.

Si se posee datos sobre áreas inafectas al flujo seleccionar preRas → Ineffective Flow Areas para calcular la localización de las áreas inafectas al flujo en las secciones transversales.

Si se posee datos sobre áreas de almacenaje seleccionar preRas → Storage Areas para calcular la relación entre la elevación y el volumen de cada área de almacenaje de interés.

Al final, seleccionar del menú preRas → Generate RAS GIS Import File, este paso escribe la información contenida en los temas RAS en el archivo de importación anteriormente definido.

Los datos sobre coeficiente de Manning, alineamiento de diques, áreas inafectas al flujo y áreas de almacenaje, también serán colocados en este archivo si estuviesen disponibles.

UTILIZACIÓN DEL PROGRAMA HEC – RAS

Para comenzar a utilizar el programa de modelación de ríos HEC – RAS es importante conocer sobre el manejo del mismo.

El archivo obtenido del HEC – GEORAS contiene los datos sobre la geometría del canal, y serán importados a este programa.

1. Para comenzar cargue el programa HEC – RAS y comience un nuevo proyecto.
2. Importe el archivo generado anteriormente al HEC – RAS, para esto debe seleccionar el menú principal Edit → Geometric data, de la nueva ventana seleccionar File → Import Geometric Data → GIS Format, seleccione del cuadro de diálogo el nombre del archivo creado por el HEC – GEORAS.
3. Es necesario completar los datos hidráulicos faltantes, la edición de algunas secciones transversales es posible si fuese necesario. Las estructuras hidráulicas como puentes y alcantarillas pueden ser añadidas
4. Proporcione al programa los datos sobre el flujo y las condiciones de borde. Necesarias para el cálculo de los flujos (pueden ser permanente o no permanente).
5. También es necesario especificar la cantidad de perfiles utilizados y sus nombres, pues se generará un archivo respuesta por cada perfil analizado.
6. Luego de terminada la simulación es necesario crear el archivo de exportación donde se encuentran los datos sobre la línea de inundación. Seleccionar del menú principal File ⇒ Export GIS Data, el nombre del archivo será por defecto el mismo del proyecto, aquí es necesario seleccionar los perfiles que serán exportados. Para mayor

información sobre el manejo del HEC – RAS es necesario referirse al manual de referencias hidráulicas del HEC – RAS.

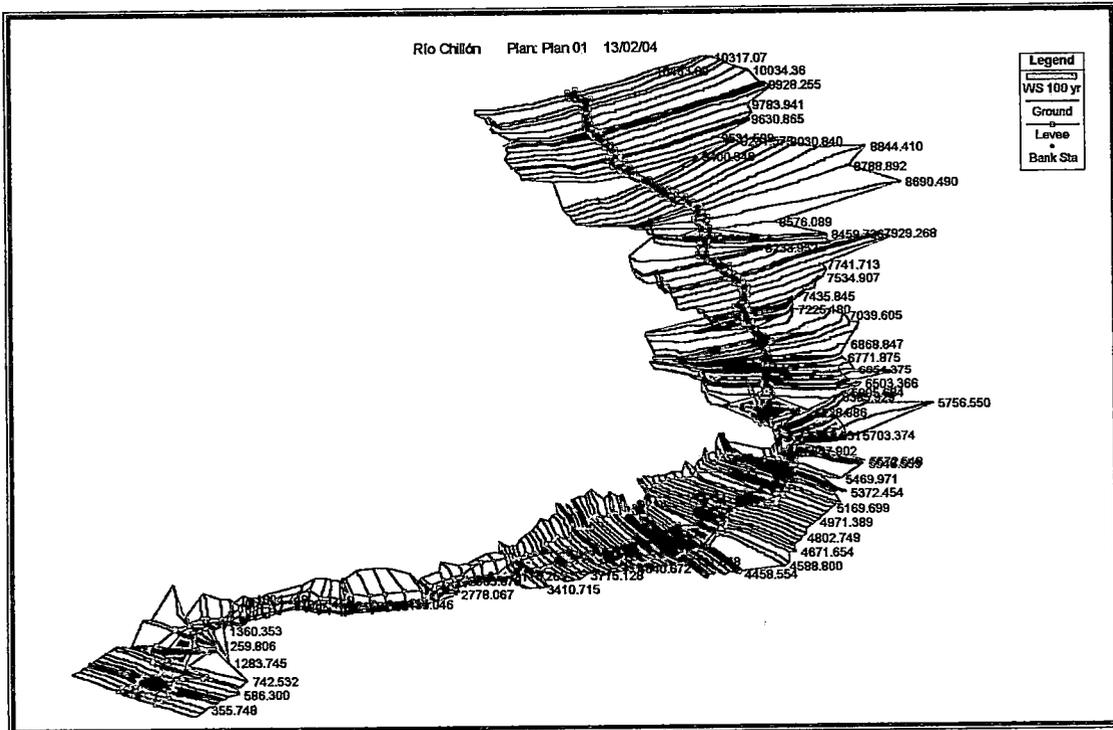


Figura A.6: Salida en 3D del programa HCE – RAS versión 3.1.1

IMPORTANDO EL ARCHIVO RAS GIS

Los pasos principales del proceso de resultados del HEC – RAS son:

- ◆ Leer el archivo de exportación RAS GIS
- ◆ Procesar los resultados.

Una vez creado el archivo de exportación desde el programa HEC – RAS es posible leerlo desde el GIS, seleccionando del menú principal postRas ⇒ Tema Setup, aparecerá una caja de diálogo donde será necesario colocar:

- ◆ El nombre del archivo de exportación.
- ◆ El nombre del DEM con extensión TIN que generó la delimitación de la llanura de inundación.
- ◆ El nombre del directorio de salida.
- ◆ El tamaño de la celda, para los cálculos de la red (unidades del mapa).

Se creará un nuevo directorio conteniendo la información obtenida del archivo exportado del HEC – RAS, para completar con el cálculo seleccionar del menú principal postRas ⇒ Read RAS GIS Export File, los datos creados serán utilizados luego en el proceso de análisis de inundación.

La extensión HEC – GEORAS sólo puede leer un máximo de 10 archivos de exportación diferentes provenientes del mismo proyecto.

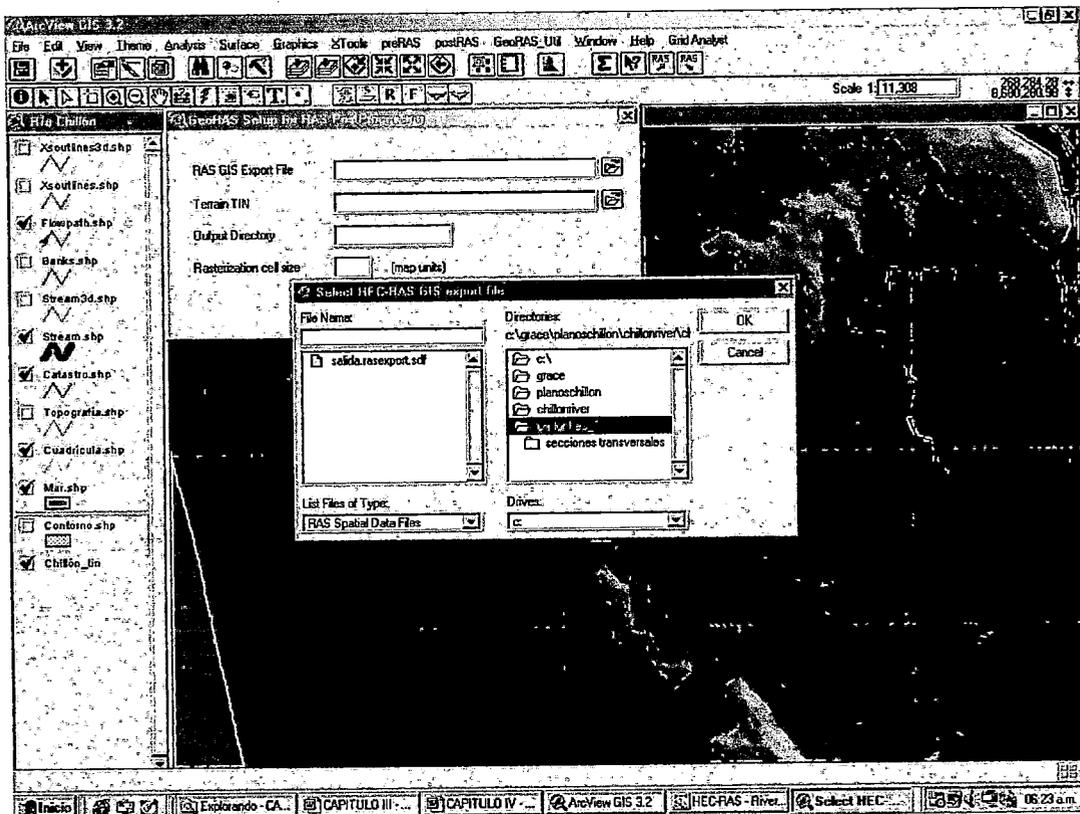
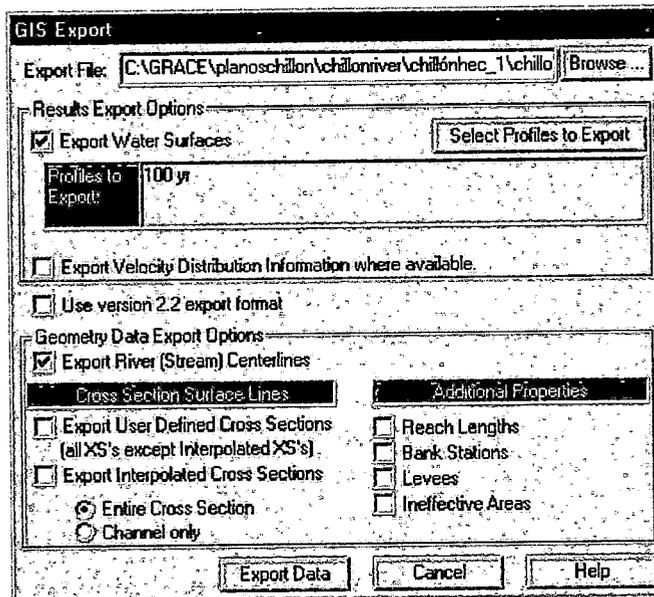


Figura A.7: El menú postRAS cumple la función de exportar todos los archivos creados en HEC – RAS y los lleva al entorno ArcView versión 3.2.

RESULTADOS DE INUNDACIÓN

Terminada la introducción de datos obtenidos del archivo de exportación (RAS EXPORT), puede comenzarse a crear grupos de datos sobre inundación. El primer paso será crear el modelo de elevación digital en formato TIN que contenga los datos sobre la superficie de agua (se creará un tema diferente por cada profile analizado), la generación de este tema comenzará seleccionando del menú principal postRas \Rightarrow WS TIN Generation.

La generación de este modelo considera la elevación de la superficie de agua encontrada en cada sección transversal analizada y no considera los datos del modelo digital de terreno también en formato TIN.

Luego es posible delimitar llanuras de inundación por cada profile analizado. Para comenzar el proceso de delimitación de las llanuras de inundación seleccionar del menú postRas \Rightarrow Floodplain delineation.

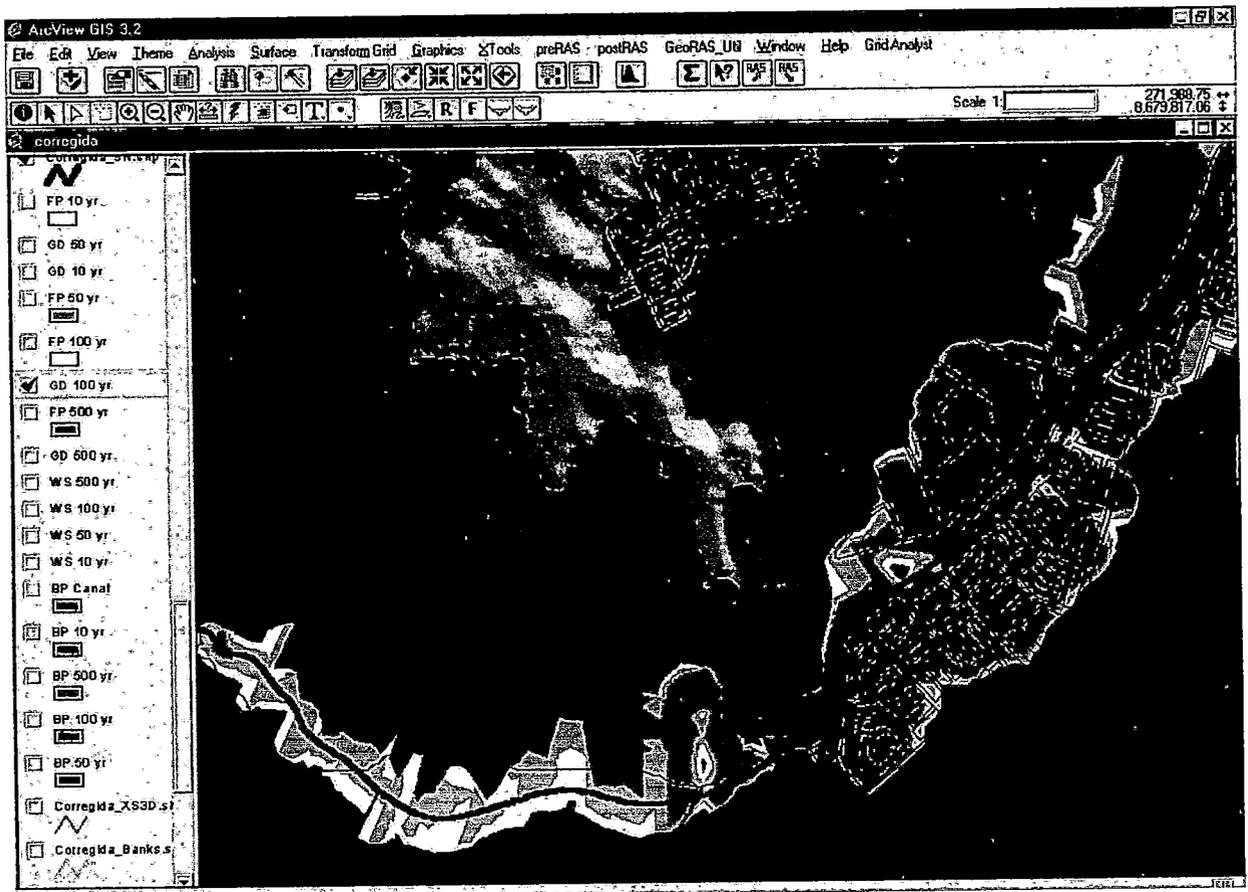


Figura A.8: La vista muestra las zonas delimitadas como inundables para un periodo de retorno de 100 años.

**ANEXO B : PROPIEDADES DE
ENTRADA DE SECCIONES
TRANSVERSALES**

PROPIEDADES DE ENTRADA DE SECCIONES TRANSVERSALES

Xs id	Reach id	Stream id	Station	R bankp	L bankp	R reachl	M reachl	L reachl
0	Tramo Urbano	Río Chillón	10463.882	0.47262	0.42797	44.466	46.704	47.198
1	Tramo Urbano	Río Chillón	10418.018	0.59261	0.55092	98.088	99.914	97.792
2	Tramo Urbano	Río Chillón	10319.901	0.57635	0.53236	51.726	51.240	50.772
3	Tramo Urbano	Río Chillón	10269.584	0.60543	0.56723	50.470	49.346	43.405
4	Tramo Urbano	Río Chillón	10221.126	0.62081	0.59005	89.714	89.659	98.266
5	Tramo Urbano	Río Chillón	10133.080	0.62258	0.59881	87.037	92.466	88.792
6	Tramo Urbano	Río Chillón	10042.277	0.68672	0.65658	64.787	66.146	68.799
7	Tramo Urbano	Río Chillón	9977.321	0.69130	0.65237	26.761	26.595	26.559
8	Tramo Urbano	Río Chillón	9951.205	0.66924	0.62633	13.494	13.371	13.990
9	Tramo Urbano	Río Chillón	9938.074	0.69397	0.65344	12.666	12.944	13.369
10	Tramo Urbano	Río Chillón	9925.364	0.66624	0.63196	55.066	54.972	54.742
11	Tramo Urbano	Río Chillón	9871.381	0.65677	0.63364	76.434	76.398	76.326
12	Tramo Urbano	Río Chillón	9796.357	0.58936	0.56430	81.497	82.943	84.237
13	Tramo Urbano	Río Chillón	9714.906	0.58472	0.56150	69.977	70.134	70.180
14	Tramo Urbano	Río Chillón	9646.034	0.57797	0.54909	5.467	5.559	5.675
15	Tramo Urbano	Río Chillón	9640.576	0.58855	0.55336	16.184	16.180	16.424
16	Tramo Urbano	Río Chillón	9624.686	0.60743	0.55558	77.462	77.527	76.250
17	Tramo Urbano	Río Chillón	9548.554	0.53464	0.46599	65.809	65.231	64.966
18	Tramo Urbano	Río Chillón	9484.497	0.53169	0.48736	65.953	65.420	66.084
19	Tramo Urbano	Río Chillón	9420.254	0.48736	0.42642	137.372	132.925	126.377
20	Tramo Urbano	Río Chillón	9289.720	0.41244	0.36165	36.641	36.448	37.076
21	Tramo Urbano	Río Chillón	9253.928	0.51929	0.48599	54.370	54.237	54.229
22	Tramo Urbano	Río Chillón	9200.667	0.53638	0.49783	76.282	77.210	78.903
23	Tramo Urbano	Río Chillón	9124.845	0.56124	0.52108	69.100	69.287	69.840
24	Tramo Urbano	Río Chillón	9056.805	0.56527	0.52328	63.640	63.616	63.547
25	Tramo Urbano	Río Chillón	8994.333	0.58756	0.53904	72.735	74.477	77.020
26	Tramo Urbano	Río Chillón	8921.196	0.58704	0.55799	44.907	48.337	52.065
27	Tramo Urbano	Río Chillón	8873.728	0.74668	0.71218	52.247	55.517	57.866
28	Tramo Urbano	Río Chillón	8819.210	0.72875	0.69629	93.374	98.403	104.042
29	Tramo Urbano	Río Chillón	8722.578	0.76078	0.71105	107.021	114.401	119.557
30	Tramo Urbano	Río Chillón	8610.235	0.51774	0.45793	112.270	116.353	120.103
31	Tramo Urbano	Río Chillón	8495.976	0.69074	0.64865	32.127	32.310	31.965
32	Tramo Urbano	Río Chillón	8464.247	0.70317	0.66598	21.841	22.659	23.043
33	Tramo Urbano	Río Chillón	8441.996	0.72776	0.68233	57.300	57.553	58.015
34	Tramo Urbano	Río Chillón	8385.478	0.74299	0.69724	117.586	113.262	102.689
35	Tramo Urbano	Río Chillón	8274.254	0.47550	0.40801	80.659	77.007	72.698
36	Tramo Urbano	Río Chillón	8198.632	0.41464	0.35968	21.292	22.588	22.460
37	Tramo Urbano	Río Chillón	8176.450	0.42195	0.36415	97.940	98.068	99.782
38	Tramo Urbano	Río Chillón	8080.147	0.42725	0.35252	106.097	107.021	106.084
39	Tramo Urbano	Río Chillón	7975.051	0.68424	0.64861	22.473	22.313	22.500
40	Tramo Urbano	Río Chillón	7953.140	0.69277	0.65336	13.647	13.420	12.946
41	Tramo Urbano	Río Chillón	7939.961	0.68882	0.65238	68.493	68.473	66.174
42	Tramo Urbano	Río Chillón	7872.720	0.69425	0.65657	83.637	83.350	87.717
43	Tramo Urbano	Río Chillón	7790.870	0.55100	0.50657	88.743	88.552	89.296
44	Tramo Urbano	Río Chillón	7703.912	0.57247	0.53381	112.868	118.254	113.847
45	Tramo Urbano	Río Chillón	7587.785	0.70620	0.60490	70.334	70.845	71.963
46	Tramo Urbano	Río Chillón	7518.214	0.67348	0.60605	27.476	28.216	29.242
47	Tramo Urbano	Río Chillón	7490.505	0.63527	0.54453	16.628	16.300	17.390
48	Tramo Urbano	Río Chillón	7474.499	0.60467	0.50444	16.126	16.063	16.483
49	Tramo Urbano	Río Chillón	7458.725	0.59075	0.51198	28.419	27.959	27.158

PROPIEDADES DE ENTRADA DE SECCIONES TRANSVERSALES

<u>Xs id</u>	<u>Reach id</u>	<u>Stream id</u>	<u>Station</u>	<u>R bankp</u>	<u>L bankp</u>	<u>R reachl</u>	<u>M reachl</u>	<u>L reachl</u>
50	Tramo Urbano	Río Chillón	7431.270	0.32923	0.27957	60.018	59.755	61.610
51	Tramo Urbano	Río Chillón	7372.590	0.33703	0.27450	89.986	90.589	90.915
52	Tramo Urbano	Río Chillón	7283.630	0.29777	0.26384	105.800	104.964	104.117
53	Tramo Urbano	Río Chillón	7180.555	0.42071	0.37509	79.356	80.611	80.906
54	Tramo Urbano	Río Chillón	7101.394	0.44725	0.39000	50.139	50.607	51.639
55	Tramo Urbano	Río Chillón	7051.697	0.44532	0.42067	51.045	51.010	51.889
56	Tramo Urbano	Río Chillón	7001.605	0.46690	0.44354	66.053	69.141	71.600
57	Tramo Urbano	Río Chillón	6933.708	0.48688	0.45953	59.221	61.414	64.103
58	Tramo Urbano	Río Chillón	6873.399	0.46720	0.43993	35.138	35.558	36.187
59	Tramo Urbano	Río Chillón	6838.481	0.48147	0.45484	55.959	56.856	58.090
60	Tramo Urbano	Río Chillón	6782.648	0.45121	0.41079	59.087	60.645	62.547
61	Tramo Urbano	Río Chillón	6723.094	0.43807	0.41719	78.812	77.648	76.894
62	Tramo Urbano	Río Chillón	6646.844	0.54727	0.52855	43.667	45.150	46.467
63	Tramo Urbano	Río Chillón	6602.506	0.56976	0.54181	9.570	9.847	10.167
64	Tramo Urbano	Río Chillón	6592.836	0.57487	0.54428	17.791	18.335	19.047
65	Tramo Urbano	Río Chillón	6574.831	0.60525	0.55161	23.523	23.890	24.319
66	Tramo Urbano	Río Chillón	6551.371	0.59587	0.53878	93.121	93.357	94.026
67	Tramo Urbano	Río Chillón	6459.694	0.56778	0.47762	156.315	157.649	158.203
68	Tramo Urbano	Río Chillón	6304.881	0.49465	0.42253	154.400	138.835	120.963
69	Tramo Urbano	Río Chillón	6168.544	0.88608	0.76174	25.184	25.211	24.914
70	Tramo Urbano	Río Chillón	6143.786	0.92957	0.81132	47.941	50.516	53.815
71	Tramo Urbano	Río Chillón	6094.179	0.72284	0.65974	113.654	109.555	103.342
72	Tramo Urbano	Río Chillón	5986.595	0.89158	0.83755	32.025	32.464	33.207
73	Tramo Urbano	Río Chillón	5954.715	0.90110	0.84943	50.191	53.469	57.736
74	Tramo Urbano	Río Chillón	5902.208	0.91102	0.85172	59.029	63.299	68.690
75	Tramo Urbano	Río Chillón	5840.048	0.96752	0.91576	46.737	53.176	60.622
76	Tramo Urbano	Río Chillón	5787.829	0.94413	0.86413	37.351	44.843	56.283
77	Tramo Urbano	Río Chillón	5743.792	0.73860	0.32868	64.391	67.091	69.254
78	Tramo Urbano	Río Chillón	5677.909	0.82572	0.24012	19.122	19.426	20.644
79	Tramo Urbano	Río Chillón	5658.832	0.97875	0.82553	17.277	15.510	15.212
80	Tramo Urbano	Río Chillón	5643.602	0.89753	0.18842	11.797	13.136	13.919
81	Tramo Urbano	Río Chillón	5630.702	0.98555	0.75261	26.604	25.576	26.486
82	Tramo Urbano	Río Chillón	5605.586	0.97360	0.72736	63.035	70.280	71.515
83	Tramo Urbano	Río Chillón	5536.571	0.88917	0.69805	49.548	45.690	46.596
84	Tramo Urbano	Río Chillón	5491.703	0.97035	0.53043	48.863	47.586	48.098
85	Tramo Urbano	Río Chillón	5444.973	0.73420	0.36446	4.091	3.975	3.897
86	Tramo Urbano	Río Chillón	5441.070	0.75640	0.57937	1.691	1.672	1.649
87	Tramo Urbano	Río Chillón	5439.428	0.77018	0.58107	1.699	1.730	1.711
88	Tramo Urbano	Río Chillón	5437.729	0.77080	0.57944	1.457	1.473	1.463
89	Tramo Urbano	Río Chillón	5436.283	0.88107	0.32466	5.188	5.251	5.223
90	Tramo Urbano	Río Chillón	5431.127	0.90144	0.42476	10.994	11.227	11.228
91	Tramo Urbano	Río Chillón	5420.101	0.93605	0.41903	16.062	16.355	16.332
92	Tramo Urbano	Río Chillón	5404.040	0.93825	0.38138	27.511	27.887	28.511
93	Tramo Urbano	Río Chillón	5376.655	0.95279	0.36859	26.327	26.734	27.096
94	Tramo Urbano	Río Chillón	5350.401	0.95895	0.42289	57.072	57.140	58.518
95	Tramo Urbano	Río Chillón	5294.289	0.95162	0.41031	27.934	27.878	28.391
96	Tramo Urbano	Río Chillón	5266.913	0.90487	0.39377	41.523	41.820	42.216
97	Tramo Urbano	Río Chillón	5225.845	0.86417	0.38693	60.561	58.827	58.829
98	Tramo Urbano	Río Chillón	5168.076	0.91584	0.33981	69.040	67.362	66.797
99	Tramo Urbano	Río Chillón	5101.926	0.98960	0.35461	30.082	31.333	31.223

PROPIEDADES DE ENTRADA DE SECCIONES TRANSVERSALES

<i>Xs id</i>	<i>Reach id</i>	<i>Stream id</i>	<i>Station</i>	<i>R_bankp</i>	<i>L_bankp</i>	<i>R_reachl</i>	<i>M_reachl</i>	<i>L_reachl</i>
100	Tramo Urbano	Río Chillón	5071.157	0.93054	0.32068	37.196	36.898	37.810
101	Tramo Urbano	Río Chillón	5034.922	0.97883	0.49160	32.928	34.309	33.886
102	Tramo Urbano	Río Chillón	5001.231	0.96580	0.46138	48.742	49.357	49.319
103	Tramo Urbano	Río Chillón	4952.762	0.98526	0.60121	40.310	40.382	40.881
104	Tramo Urbano	Río Chillón	4913.106	0.95541	0.46931	44.008	44.191	45.586
105	Tramo Urbano	Río Chillón	4869.711	0.96145	0.49494	36.887	37.528	38.302
106	Tramo Urbano	Río Chillón	4832.858	0.95422	0.48553	42.944	42.917	46.200
107	Tramo Urbano	Río Chillón	4790.713	0.95571	0.50628	27.742	27.684	28.005
108	Tramo Urbano	Río Chillón	4763.527	0.94155	0.47250	35.302	35.608	38.822
109	Tramo Urbano	Río Chillón	4728.560	0.84151	0.41886	30.572	31.608	33.604
110	Tramo Urbano	Río Chillón	4697.521	0.89200	0.43627	46.084	49.676	53.185
111	Tramo Urbano	Río Chillón	4648.738	0.91699	0.40210	30.599	30.898	32.283
112	Tramo Urbano	Río Chillón	4618.396	0.94380	0.47608	118.164	129.429	134.276
113	Tramo Urbano	Río Chillón	4491.296	0.95405	0.35660	27.785	27.087	26.137
114	Tramo Urbano	Río Chillón	4464.696	0.98904	0.36724	26.329	26.079	24.797
115	Tramo Urbano	Río Chillón	4439.086	0.98503	0.42094	25.871	26.702	27.540
116	Tramo Urbano	Río Chillón	4412.864	0.88568	0.38017	28.997	30.217	31.572
117	Tramo Urbano	Río Chillón	4383.191	0.92345	0.40481	13.570	13.862	14.121
118	Tramo Urbano	Río Chillón	4369.578	0.93517	0.37252	20.478	21.436	22.485
119	Tramo Urbano	Río Chillón	4348.528	0.92609	0.35494	22.907	23.118	23.832
120	Tramo Urbano	Río Chillón	4325.826	0.91551	0.36945	17.001	16.057	15.706
121	Tramo Urbano	Río Chillón	4310.058	0.96257	0.33794	17.737	17.777	18.030
122	Tramo Urbano	Río Chillón	4292.600	0.94407	0.33141	12.892	12.491	12.295
123	Tramo Urbano	Río Chillón	4280.334	0.95105	0.09169	17.275	17.187	17.305
124	Tramo Urbano	Río Chillón	4263.456	0.92146	0.11299	40.653	40.545	41.217
125	Tramo Urbano	Río Chillón	4223.641	0.92555	0.11673	12.404	12.579	12.209
126	Tramo Urbano	Río Chillón	4211.288	0.92162	0.11846	25.327	26.228	26.283
127	Tramo Urbano	Río Chillón	4185.532	0.90661	0.16219	44.922	46.687	46.836
128	Tramo Urbano	Río Chillón	4139.684	0.86229	0.16956	29.436	29.940	30.294
129	Tramo Urbano	Río Chillón	4110.283	0.89600	0.11050	23.975	25.002	26.174
130	Tramo Urbano	Río Chillón	4085.731	0.90020	0.11745	27.089	27.111	27.188
131	Tramo Urbano	Río Chillón	4059.108	0.86362	0.15899	32.877	32.629	32.755
132	Tramo Urbano	Río Chillón	4027.066	0.73676	0.21464	7.653	7.364	7.056
133	Tramo Urbano	Río Chillón	4019.834	0.74432	0.28329	27.936	28.709	29.515
134	Tramo Urbano	Río Chillón	3991.642	0.84074	0.21237	20.920	19.909	19.152
135	Tramo Urbano	Río Chillón	3972.091	0.79492	0.20741	22.718	22.665	22.241
136	Tramo Urbano	Río Chillón	3949.834	0.86823	0.21647	10.627	10.623	10.378
137	Tramo Urbano	Río Chillón	3939.402	0.78857	0.08377	9.781	9.955	9.934
138	Tramo Urbano	Río Chillón	3929.627	0.78009	0.06105	46.537	45.109	44.910
139	Tramo Urbano	Río Chillón	3885.329	0.77859	0.21410	49.959	57.256	48.751
140	Tramo Urbano	Río Chillón	3829.103	0.73920	0.24271	53.600	53.565	54.488
141	Tramo Urbano	Río Chillón	3776.501	0.86439	0.42673	31.378	29.322	31.974
142	Tramo Urbano	Río Chillón	3747.706	0.79091	0.36331	55.002	57.398	61.441
143	Tramo Urbano	Río Chillón	3691.341	0.82859	0.32510	42.481	45.485	48.915
144	Tramo Urbano	Río Chillón	3646.675	0.68937	0.54209	39.577	39.238	42.539
145	Tramo Urbano	Río Chillón	3608.143	0.75514	0.52829	43.269	40.881	40.099
146	Tramo Urbano	Río Chillón	3567.997	0.80608	0.49604	49.866	52.427	50.984
147	Tramo Urbano	Río Chillón	3516.513	0.86266	0.50230	57.484	57.938	56.065
148	Tramo Urbano	Río Chillón	3459.618	0.87426	0.31429	29.153	29.276	25.956
149	Tramo Urbano	Río Chillón	3430.868	0.86558	0.36184	18.344	18.512	19.109

PROPIEDADES DE ENTRADA DE SECCIONES TRANSVERSALES

<u>Xs id</u>	<u>Reach id</u>	<u>Stream id</u>	<u>Station</u>	<u>R bankp</u>	<u>L bankp</u>	<u>R reachl</u>	<u>M reachl</u>	<u>L reachl</u>
150	Tramo Urbano	Río Chillón	3412.689	0.85219	0.56294	25.320	25.669	26.717
151	Tramo Urbano	Río Chillón	3387.482	0.78711	0.49614	33.795	38.047	73.028
152	Tramo Urbano	Río Chillón	3350.120	0.83400	0.48420	166.581	151.830	109.065
153	Tramo Urbano	Río Chillón	3201.021	0.79059	0.48072	84.368	82.616	81.414
154	Tramo Urbano	Río Chillón	3119.892	0.86210	0.40625	67.917	67.957	68.368
155	Tramo Urbano	Río Chillón	3053.158	0.83457	0.56373	69.468	72.639	73.741
156	Tramo Urbano	Río Chillón	2981.826	0.73316	0.52339	73.501	71.995	69.255
157	Tramo Urbano	Río Chillón	2911.126	0.47037	0.28234	66.765	65.665	65.655
158	Tramo Urbano	Río Chillón	2846.643	0.69293	0.37207	102.758	94.818	85.055
159	Tramo Urbano	Río Chillón	2753.530	0.78045	0.57396	24.600	25.128	25.460
160	Tramo Urbano	Río Chillón	2728.854	0.74677	0.56778	6.510	6.092	6.140
161	Tramo Urbano	Río Chillón	2722.872	0.73254	0.55392	6.182	5.996	6.326
162	Tramo Urbano	Río Chillón	2716.984	0.75331	0.56115	1.118	1.047	1.108
163	Tramo Urbano	Río Chillón	2715.955	0.74112	0.54813	61.623	74.045	88.026
164	Tramo Urbano	Río Chillón	2643.242	0.59764	0.32476	120.916	121.750	106.721
165	Tramo Urbano	Río Chillón	2523.682	0.49710	0.23985	132.761	134.090	138.003
166	Tramo Urbano	Río Chillón	2392.004	0.49016	0.23679	108.438	110.167	97.987
167	Tramo Urbano	Río Chillón	2283.819	0.50931	0.34038	97.325	99.622	94.477
168	Tramo Urbano	Río Chillón	2185.989	0.65205	0.38354	27.063	27.102	27.314
169	Tramo Urbano	Río Chillón	2159.375	0.66650	0.37914	3.803	3.688	4.050
170	Tramo Urbano	Río Chillón	2155.753	0.67407	0.37997	23.870	25.399	29.804
171	Tramo Urbano	Río Chillón	2130.811	0.63635	0.44478	22.558	23.960	27.890
172	Tramo Urbano	Río Chillón	2107.282	0.65847	0.46671	73.054	77.978	77.394
173	Tramo Urbano	Río Chillón	2030.707	0.75327	0.49083	56.221	59.678	64.693
174	Tramo Urbano	Río Chillón	1972.103	0.67244	0.50252	78.749	79.992	82.589
175	Tramo Urbano	Río Chillón	1893.550	0.73824	0.47621	57.097	56.000	54.383
176	Tramo Urbano	Río Chillón	1838.557	0.79782	0.45367	186.881	163.649	125.847
177	Tramo Urbano	Río Chillón	1677.852	0.72862	0.10799	82.565	86.628	90.148
178	Tramo Urbano	Río Chillón	1592.782	0.86426	0.31460	59.729	66.380	74.890
179	Tramo Urbano	Río Chillón	1527.597	0.72312	0.23231	40.044	39.383	39.090
180	Tramo Urbano	Río Chillón	1488.923	0.76385	0.35057	10.410	10.671	10.854
181	Tramo Urbano	Río Chillón	1478.444	0.79433	0.37932	11.999	12.043	12.133
182	Tramo Urbano	Río Chillón	1466.618	0.81419	0.34428	18.531	19.780	20.630
183	Tramo Urbano	Río Chillón	1447.194	0.82837	0.25675	55.708	58.328	59.036
184	Tramo Urbano	Río Chillón	1389.915	0.57043	0.16253	54.712	54.245	54.349
185	Tramo Urbano	Río Chillón	1336.646	0.69300	0.31520	79.300	76.609	74.681
186	Tramo Urbano	Río Chillón	1261.416	0.87706	0.68655	25.638	23.939	22.776
187	Tramo Urbano	Río Chillón	1237.907	0.86178	0.60445	67.518	62.035	58.001
188	Tramo Urbano	Río Chillón	1176.989	0.49694	0.02747	7.538	6.980	6.613
189	Tramo Urbano	Río Chillón	1170.134	0.54423	0.46235	76.049	69.140	62.354
190	Tramo Urbano	Río Chillón	1102.238	0.63522	0.33242	26.540	28.413	25.002
191	Tramo Urbano	Río Chillón	1074.336	0.56402	0.30388	178.138	161.492	148.838
192	Tramo Urbano	Río Chillón	915.750	0.72009	0.18621	28.822	28.825	28.212
193	Tramo Urbano	Río Chillón	887.443	0.85567	0.18539	15.385	16.095	16.890
194	Tramo Urbano	Río Chillón	871.637	0.91165	0.14875	13.919	12.898	12.126
195	Tramo Urbano	Río Chillón	858.972	0.95598	0.13452	118.276	132.177	143.680
196	Tramo Urbano	Río Chillón	729.173	0.68031	0.52860	52.520	55.468	56.332
197	Tramo Urbano	Río Chillón	674.703	0.70734	0.27460	29.880	29.046	30.708
198	Tramo Urbano	Río Chillón	646.179	0.69187	0.27932	71.151	71.717	71.427
199	Tramo Urbano	Río Chillón	575.752	0.58561	0.42223	52.927	53.726	54.636

PROPIEDADES DE ENTRADA DE SECCIONES TRANSVERSALES

<i>Xs_id</i>	<i>Reach_id</i>	<i>Stream_id</i>	<i>Station</i>	<i>R_bankp</i>	<i>L_bankp</i>	<i>R_reachl</i>	<i>M_reachl</i>	<i>L_reachl</i>
200	Tramo Urband	Río Chillón	522.993	0.57636	0.42939	43.696	42.795	43.492
201	Tramo Urband	Río Chillón	480.968	0.64766	0.36341	10.307	10.327	10.562
202	Tramo Urband	Río Chillón	470.826	0.63515	0.38142	19.245	18.631	17.875
203	Tramo Urband	Río Chillón	452.531	0.62830	0.39764	17.062	16.816	16.188
204	Tramo Urband	Río Chillón	436.017	0.63803	0.34534	20.517	21.100	21.291
205	Tramo Urband	Río Chillón	415.297	0.61514	0.40824	13.762	13.738	13.571
206	Tramo Urband	Río Chillón	401.807	0.62756	0.37720	52.230	53.419	54.174
207	Tramo Urband	Río Chillón	349.348	0.61657	0.30823	47.762	48.113	48.125
208	Tramo Urband	Río Chillón	302.101	0.65606	0.32345	52.681	52.660	52.151
209	Tramo Urband	Río Chillón	250.388	0.63522	0.32635	226.556	254.975	288.431

**ANEXO C : TABLA DE
RESULTADOS DEL PROGRAMA
HEC – RAS VERSIÓN 3.1.1**

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
10463.690	2 yr	56	116.59	117.07	117.13	117.39	0.025032	2.51	22.29	52.98	1.24
10416.990	2 yr	56	116.03	116.53	116.53	116.74	0.016126	2.05	27.37	63.78	1.00
10317.070	2 yr	56	115.00	115.84	115.49	115.90	0.002112	1.07	52.40	69.87	0.39
10265.830	2 yr	56	115.00	115.64	115.44	115.74	0.004732	1.43	39.10	61.58	0.57
10216.490	2 yr	56	114.14	115.08	115.08	115.34	0.015640	2.24	25.00	49.35	1.00
10126.830	2 yr	56	111.02	111.55	111.81	112.47	0.090629	4.25	13.16	37.37	2.29
10034.360	2 yr	56	110.00	110.89	110.50	110.97	0.002345	1.25	44.63	49.88	0.42
9968.220	2 yr	56	110.00	110.42	110.42	110.64	0.016287	2.04	27.44	64.71	1.00
9941.626	2 yr	56	109.01	109.35	109.49	109.82	0.071829	3.01	18.60	75.00	1.93
9928.255	2 yr	56	108.40	108.79	108.88	109.12	0.035132	2.54	22.07	67.21	1.41
9915.311	2 yr	56	107.83	108.20	108.31	108.61	0.043925	2.84	19.70	59.84	1.58
9860.339	2 yr	56	105.18	106.35	106.00	106.46	0.003049	1.47	38.14	41.18	0.49
9783.941	2 yr	56	105.00	106.25	105.58	106.31	0.001188	1.10	51.02	40.85	0.31
9700.998	2 yr	56	105.00	106.07	105.61	106.17	0.002366	1.40	39.95	37.29	0.43
9630.865	2 yr	56	104.99	105.54	105.54	105.81	0.015085	2.30	24.32	44.66	1.00
9625.306	2 yr	56	104.93	105.40	105.46	105.71	0.023915	2.46	22.80	54.16	1.21
9609.126	2 yr	56	104.59	105.01	105.06	105.26	0.029407	2.24	25.05	80.66	1.28
9531.599	2 yr	56	103.57	104.06	104.01	104.19	0.010667	1.58	35.41	89.44	0.80
9466.368	2 yr	56	102.80	103.32	103.26	103.49	0.010697	1.83	30.54	61.50	0.83
9400.948	2 yr	56	101.94	102.42	102.42	102.64	0.015858	2.11	26.60	58.51	1.00
9268.023	2 yr	56	100.16	100.99	100.74	101.09	0.003718	1.38	40.70	56.56	0.52
9231.575	2 yr	56	100.00	100.88	100.52	100.97	0.002818	1.36	41.30	47.10	0.46
9177.338	2 yr	56	99.89	100.49	100.45	100.68	0.012310	1.96	28.54	57.54	0.89
9100.127	2 yr	56	98.83	99.53	99.50	99.71	0.012726	1.89	29.63	65.13	0.89
9030.840	2 yr	56	97.87	98.51	98.51	98.71	0.016557	1.99	28.19	70.25	1.00
8967.224	2 yr	56	96.98	97.74	97.61	97.84	0.005970	1.39	40.40	80.30	0.62
8892.747	2 yr	56	96.19	96.90	96.90	97.15	0.015470	2.24	25.02	49.03	1.00
8844.410	2 yr	56	95.58	96.15	96.23	96.49	0.029825	2.59	21.64	56.24	1.33
8788.892	2 yr	56	94.98	95.53	95.53	95.80	0.015154	2.28	24.52	45.76	1.00
8690.490	2 yr	56	93.35	93.82	93.78	93.97	0.012267	1.71	32.82	82.24	0.86

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
8576.089	2 yr	56	91.41	92.11	92.11	92.37	0.015757	2.24	25.01	49.80	1.01
8459.736	2 yr	56	90.00	91.08	90.78	91.19	0.003661	1.51	37.04	43.56	0.52
8427.426	2 yr	56	90.00	90.97	90.61	91.08	0.003176	1.52	36.89	38.44	0.49
8404.767	2 yr	56	90.00	90.92	90.53	91.01	0.002556	1.33	42.04	45.63	0.44
8347.214	2 yr	56	89.55	90.43	90.43	90.70	0.015731	2.29	24.48	46.67	1.01
8233.952	2 yr	56	87.50	88.25	87.98	88.35	0.003716	1.41	39.71	53.02	0.52
8156.945	2 yr	56	86.93	87.64	87.60	87.87	0.011981	2.12	26.41	46.08	0.89
8134.357	2 yr	56	86.71	87.30	87.30	87.56	0.015596	2.23	25.08	49.56	1.00
8036.289	2 yr	56	85.41	86.16	85.84	86.22	0.002393	1.12	50.16	68.79	0.42
7929.268	2 yr	56	84.77	85.43	85.43	85.67	0.015738	2.19	25.62	52.73	1.00
7906.955	2 yr	56	84.38	85.06	85.06	85.33	0.006951	1.64	34.07	58.12	0.69
7893.535	2 yr	56	84.35	84.95	84.95	85.19	0.015697	2.18	25.72	53.09	1.00
7825.063	2 yr	56	83.22	83.86	83.76	84.02	0.008510	1.77	31.62	56.27	0.75
7741.713	2 yr	56	82.39	83.16	83.03	83.34	0.007747	1.90	29.49	43.51	0.74
7653.161	2 yr	56	81.37	82.10	82.10	82.40	0.014902	2.44	22.98	38.16	1.00
7534.907	2 yr	56	80.38	81.04	80.77	81.10	0.002680	1.07	52.24	83.41	0.43
7464.061	2 yr	56	80.00	80.77	80.50	80.87	0.003743	1.44	39.00	50.83	0.52
7435.845	2 yr	56	79.80	80.43	80.43	80.67	0.015738	2.17	25.76	53.46	1.00
7419.546	2 yr	56	79.35	79.92	80.01	80.30	0.033317	2.73	20.55	53.74	1.41
7403.483	2 yr	56	79.05	79.77	79.77	80.04	0.015119	2.34	23.98	43.15	1.00
7375.524	2 yr	56	78.32	78.85	78.99	79.35	0.043768	3.14	17.85	46.21	1.61
7315.770	2 yr	56	77.50	78.51	77.95	78.55	0.001136	0.95	59.21	58.83	0.30
7225.180	2 yr	56	77.08	77.93	77.93	78.27	0.014340	2.60	21.56	30.95	0.99
7120.216	2 yr	56	75.00	75.78	75.49	75.88	0.003416	1.38	40.44	52.01	0.50
7039.605	2 yr	56	74.56	75.54	75.26	75.61	0.002943	1.19	47.18	68.89	0.46
6988.998	2 yr	56	73.92	74.95	74.95	75.30	0.014613	2.63	21.30	30.40	1.00
6937.988	2 yr	56	72.50	73.36	73.56	74.07	0.043845	3.73	15.00	29.47	1.67
6868.847	2 yr	56	71.82	72.90	72.84	73.22	0.011169	2.52	22.24	27.59	0.90
6807.433	2 yr	56	71.06	72.71	72.22	72.85	0.002891	1.70	33.03	26.07	0.48
6771.875	2 yr	56	70.83	72.24	72.24	72.63	0.014143	2.79	20.09	25.42	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
6715.019	2 yr	56	70.00	71.42	70.53	71.46	0.000613	0.86	65.25	45.98	0.23
6654.375	2 yr	56	70.00	71.17	70.81	71.36	0.004319	1.96	28.59	24.50	0.58
6576.627	2 yr	56	69.45	70.79	70.51	70.99	0.005173	2.02	27.71	26.28	0.63
6531.502	2 yr	56	69.16	70.34	70.26	70.66	0.010561	2.52	22.22	26.22	0.87
6521.647	2 yr	56	69.10	70.15	70.15	70.53	0.014118	2.75	20.34	26.23	1.00
6503.366	2 yr	56	68.57	69.13	69.35	69.93	0.107921	3.97	14.10	50.32	2.39
6479.418	2 yr	56	67.51	68.36	68.43	68.69	0.025385	2.55	21.97	51.57	1.25
6385.929	2 yr	56	65.06	66.14	66.21	66.51	0.021429	2.71	20.63	38.38	1.18
6228.886	2 yr	56	63.02	65.47	63.84	65.49	0.000173	0.59	94.15	43.00	0.13
6091.725	2 yr	56	62.50	65.46	63.70	65.47	0.000107	0.43	132.06	76.93	0.10
6065.857	2 yr	56	63.54	65.37	64.82	65.45	0.001854	1.31	43.01	39.21	0.40
6015.255	2 yr	56	63.50	64.88	64.88	65.23	0.014412	2.60	21.50	31.09	1.00
5905.684	2 yr	56	60.00	61.73	60.63	61.76	0.000451	0.76	73.81	50.98	0.20
5873.318	2 yr	56	60.00	61.71	60.61	61.74	0.000437	0.80	70.29	45.26	0.20
5819.849	2 yr	56	60.00	61.71	60.40	61.72	0.000124	0.44	127.43	78.50	0.11
5756.550	2 yr	56	60.00	61.69	60.50	61.71	0.000272	0.65	86.46	52.24	0.16
5703.374	2 yr	56	60.00	61.65	60.61	61.69	0.000529	0.88	63.93	39.85	0.22
5658.531	2 yr	56	60.00	61.53	60.87	61.64	0.001933	1.50	37.24	27.77	0.41
5591.643	2 yr	56	60.00	60.97	60.85	61.28	0.008750	2.47	22.68	24.35	0.82
5572.548	2 yr	56	60.00	60.86	60.73	61.10	0.008089	2.19	25.57	31.54	0.78
5557.902	2 yr	56	59.79	60.62	60.62	60.94	0.014184	2.52	22.25	34.31	1.00
5546.559	2 yr	56	59.26	59.86	60.09	60.60	0.068341	3.81	14.68	39.95	2.01
5522.741	2 yr	56	58.24	58.98	59.12	59.46	0.031105	3.07	18.23	37.78	1.41
5469.971	2 yr	56	56.08	57.72	57.82	58.19	0.018957	3.13	18.86	30.28	1.16
5430.150	2 yr	56	55.00	56.25	55.77	56.35	0.002513	1.41	39.69	39.30	0.45
5386.918	2 yr	56	54.59	55.97	55.77	56.18	0.006460	2.04	27.49	31.87	0.70
5382.867	2 yr	56	54.51	55.90	55.77	56.14	0.008120	2.18	25.68	31.96	0.78
5381.209	2 yr	56	54.48	55.77	55.77	56.12	0.013879	2.63	21.37	30.97	1.00
5379.434	2 yr	56	55.00	55.71	55.74	56.09	0.015464	2.76	20.71	31.91	1.05
5377.895	2 yr	56	53.28	55.72	55.72	56.05	0.014472	2.56	21.86	33.20	1.01

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
5372.454	2 yr	56	52.50	55.62	55.64	55.97	0.014975	2.62	21.38	32.22	1.03
5361.567	2 yr	56	52.50	55.57	55.43	55.79	0.007570	2.07	27.04	34.55	0.75
5346.130	2 yr	56	52.50	55.30	55.30	55.62	0.014442	2.51	22.29	34.61	1.00
5319.545	2 yr	56	52.50	53.77	54.00	54.67	0.146910	4.22	13.27	55.30	2.75
5294.613	2 yr	56	52.50	53.62	53.37	53.71	0.004358	1.34	41.74	68.82	0.55
5238.065	2 yr	56	52.50	53.47	53.07	53.53	0.002158	1.12	50.19	64.13	0.40
5209.666	2 yr	56	52.46	53.30	53.09	53.43	0.005276	1.60	34.92	50.60	0.62
5169.699	2 yr	56	52.09	53.07	52.94	53.19	0.006914	1.54	36.35	69.03	0.68
5108.303	2 yr	56	51.55	52.39	52.39	52.54	0.018338	1.67	33.56	118.05	1.00
5039.317	2 yr	56	50.80	51.65	51.55	51.72	0.006757	1.17	47.87	135.64	0.63
5009.381	2 yr	56	50.52	51.31	51.27	51.43	0.014473	1.55	36.22	119.61	0.90
4971.389	2 yr	56	50.00	51.00	50.88	51.07	0.006106	1.20	46.79	118.70	0.61
4937.544	2 yr	56	49.91	50.57	50.57	50.74	0.017537	1.83	30.63	90.76	1.00
4888.142	2 yr	56	49.27	49.95	49.85	50.02	0.007553	1.16	48.35	151.39	0.65
4847.507	2 yr	56	48.71	49.42	49.42	49.55	0.018628	1.61	34.79	130.80	1.00
4802.749	2 yr	56	48.09	49.06	48.93	49.09	0.004259	0.78	72.06	267.36	0.48
4767.966	2 yr	56	47.50	48.78	48.73	48.86	0.011004	1.29	43.46	153.87	0.77
4728.866	2 yr	56	47.50	48.19	48.19	48.31	0.019035	1.53	36.55	150.59	0.99
4703.253	2 yr	56	47.38	47.99	47.83	48.03	0.003945	0.88	63.69	185.31	0.48
4671.654	2 yr	56	46.80	47.74	47.71	47.82	0.014439	1.26	44.31	198.13	0.85
4644.111	2 yr	56	46.30	47.24	47.24	47.34	0.020593	1.42	39.41	192.83	1.00
4609.932	2 yr	56	45.84	46.32	46.36	46.50	0.029398	1.89	29.59	123.23	1.23
4588.800	2 yr	56	45.23	45.64	45.69	45.85	0.032648	2.00	28.01	116.16	1.30
4519.230	2 yr	56	44.48	44.85	44.77	44.89	0.007118	0.91	61.62	266.22	0.60
4487.133	2 yr	56	44.21	44.57	44.52	44.62	0.009620	1.03	54.50	245.43	0.70
4458.554	2 yr	56	43.95	44.36	44.26	44.40	0.006256	0.87	64.05	266.10	0.57
4437.993	2 yr	56	43.70	44.07	44.07	44.18	0.019501	1.47	38.13	170.31	0.99
4416.474	2 yr	56	43.42	43.91	43.77	43.95	0.004396	0.94	59.52	169.54	0.51
4404.623	2 yr	56	43.29	43.71	43.71	43.85	0.018457	1.65	33.92	121.90	1.00
4389.983	2 yr	56	43.09	43.39	43.41	43.53	0.025267	1.70	32.97	143.90	1.13

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit.W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
4371.779	2 yr	56	42.84	43.16	43.13	43.22	0.014360	1.13	49.48	260.38	0.83
4352.981	2 yr	56	42.51	42.92	42.88	42.98	0.012057	1.08	51.79	255.93	0.77
4336.618	2 yr	56	42.50	42.86	42.70	42.88	0.002661	0.62	90.57	333.25	0.38
4321.678	2 yr	56	42.50	42.81	42.68	42.84	0.003594	0.77	72.57	239.69	0.45
4303.160	2 yr	56	42.33	42.70	42.63	42.74	0.007619	0.94	59.45	255.84	0.62
4264.890	2 yr	56	41.84	42.19	42.19	42.30	0.018641	1.45	38.69	171.03	0.97
4253.713	2 yr	56	41.70	42.09	42.03	42.14	0.009355	1.03	54.46	239.90	0.69
4230.285	2 yr	56	41.40	41.72	41.72	41.83	0.018878	1.48	37.90	163.97	0.98
4185.724	2 yr	56	40.69	41.18	41.12	41.25	0.009157	1.16	48.45	176.05	0.70
4155.648	2 yr	56	40.00	40.74	40.74	40.86	0.018992	1.54	36.41	148.90	0.99
4132.900	2 yr	56	40.00	40.52	40.43	40.59	0.007604	1.18	47.50	145.62	0.66
4106.058	2 yr	56	39.76	40.14	40.14	40.27	0.018657	1.60	34.90	132.11	1.00
4073.687	2 yr	56	39.19	39.69	39.59	39.76	0.007176	1.22	45.74	126.85	0.65
4064.961	2 yr	56	39.07	39.50	39.50	39.66	0.017580	1.79	31.29	96.03	1.00
4040.672	2 yr	56	38.54	39.06	39.01	39.18	0.011094	1.57	35.74	94.81	0.81
4017.166	2 yr	56	38.19	38.69	38.69	38.85	0.017513	1.82	30.74	91.60	1.00
3993.871	2 yr	56	37.79	38.27	38.25	38.37	0.015409	1.44	38.78	149.20	0.90
3982.334	2 yr	56	37.61	38.07	38.06	38.19	0.017280	1.48	37.77	152.21	0.95
3971.765	2 yr	56	37.50	38.01	37.90	38.06	0.006591	1.04	53.60	177.34	0.61
3934.458	2 yr	56	37.50	37.92	37.70	37.94	0.001620	0.64	87.51	210.45	0.32
3893.459	2 yr	56	36.95	37.67	37.67	37.77	0.020863	1.42	39.46	195.06	1.01
3844.166	2 yr	56	36.09	36.67	36.75	36.94	0.056548	2.30	24.34	123.45	1.65
3813.378	2 yr	56	35.56	36.30	36.30	36.43	0.018810	1.58	35.40	137.90	1.00
3763.352	2 yr	56	35.00	35.54	35.47	35.62	0.008523	1.23	45.40	141.72	0.70
3715.128	2 yr	56	34.71	35.10	35.10	35.17	0.010099	1.30	53.11	310.16	0.75
3674.350	2 yr	56	34.13	34.59	33.97	34.71	0.012503	1.52	36.83	112.13	0.85
3632.584	2 yr	56	33.51	33.99	33.97	34.13	0.015166	1.69	33.07	99.04	0.94
3580.157	2 yr	56	32.75	33.36	33.48	33.48	0.010159	1.54	36.28	92.44	0.79
3522.219	2 yr	56	32.50	33.12	33.17	33.17	0.003012	1.00	55.91	109.50	0.45
3492.942	2 yr	56	32.50	32.94	33.03	33.03	0.007595	1.34	41.87	106.29	0.68

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl. (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
3474.430	2 yr	56	31.84	32.67	32.67	32.82	0.017983	1.74	32.25	105.64	1.00
3448.762	2 yr	56	30.85	31.46	31.63	32.01	0.059209	3.30	16.98	51.92	1.84
3410.715	2 yr	56	30.00	31.60	30.49	31.61	0.000182	0.43	129.69	108.54	0.13
3258.885	2 yr	56	30.00	31.57		31.59	0.000196	0.49	113.86	83.11	0.13
3176.269	2 yr	56	30.00	31.55		31.57	0.000275	0.58	97.11	72.08	0.16
3108.312	2 yr	56	30.00	31.45		31.52	0.001297	1.23	45.55	34.12	0.34
3035.673	2 yr	56	30.00	31.37		31.43	0.001134	1.14	49.33	37.22	0.31
2963.679	2 yr	56	30.00	31.29		31.35	0.001056	1.06	52.76	41.83	0.30
2898.014	2 yr	56	30.00	31.23		31.28	0.001057	1.03	54.45	45.75	0.30
2803.195	2 yr	56	30.00	30.81		31.05	0.008195	2.17	25.78	32.82	0.78
2778.067	2 yr	56	29.74	30.50	30.50	30.77	0.015389	2.30	24.37	46.34	1.01
2771.975	2 yr	56	29.17	30.02	30.18	30.57	0.062025	3.30	17.25	70.72	1.87
2765.979	2 yr	56	28.56	29.34	29.61	30.18	0.060329	4.06	13.78	31.22	1.95
2764.932	2 yr	56	28.46	29.23	29.51	30.11	0.063957	4.16	13.47	30.80	2.01
2690.887	2 yr	56	25.00	26.62	25.77	26.68	0.001057	1.10	50.77	38.87	0.31
2569.136	2 yr	56	25.00	26.47		26.54	0.001304	1.16	48.24	39.79	0.34
2435.046	2 yr	56	25.00	26.28		26.35	0.001529	1.17	47.70	43.91	0.36
2324.879	2 yr	56	25.00	26.11		26.18	0.001568	1.15	48.49	46.56	0.36
2225.257	2 yr	56	25.00	25.77		25.91	0.005108	1.66	33.82	46.05	0.62
2198.155	2 yr	56	24.58	25.43	25.43	25.68	0.015753	2.18	25.64	53.74	1.01
2194.467	2 yr	56	23.91	24.84	25.09	25.54	0.046997	3.70	15.12	32.60	1.74
2169.068	2 yr	56	20.00	21.90	20.98	21.98	0.001191	1.25	44.64	30.50	0.33
2145.107	2 yr	56	20.00	21.88		21.95	0.001026	1.23	45.60	28.53	0.31
2067.130	2 yr	56	20.00	21.76		21.86	0.001429	1.35	41.42	28.95	0.36
2007.452	2 yr	56	20.00	21.73		21.78	0.000804	1.05	53.57	35.87	0.27
1927.459	2 yr	56	20.00	21.57		21.68	0.001940	1.47	38.10	29.74	0.41
1871.459	2 yr	56	20.00	21.56		21.60	0.000683	0.92	61.00	44.17	0.25
1707.810	2 yr	56	20.00	21.28		21.40	0.002450	1.55	36.08	30.74	0.46
1621.182	2 yr	56	20.00	21.17		21.23	0.001281	1.10	51.11	45.39	0.33
1554.802	2 yr	56	20.00	21.06		21.13	0.001747	1.20	46.57	45.21	0.38

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
1515.420	2 yr	56	20.00	20.64	20.64	20.96	0.014491	2.49	22.45	35.81	1.01
1504.749	2 yr	56	19.33	20.06	20.24	20.68	0.041361	3.50	16.01	34.12	1.63
1492.706	2 yr	56	17.09	17.69	18.17	19.69	0.147798	6.27	8.93	20.57	3.04
1472.926	2 yr	56	15.00	15.37	15.71	16.74	0.132544	5.19	10.78	30.41	2.78
1414.598	2 yr	56	15.00	16.15	15.59	16.23	0.001527	1.18	47.54	43.24	0.36
1360.353	2 yr	56	15.00	16.09	15.53	16.14	0.001311	1.04	54.03	53.55	0.33
1283.745	2 yr	56	15.00	16.05	15.38	16.07	0.000564	0.67	83.56	83.96	0.21
1259.806	2 yr	56	15.00	15.76	15.69	16.01	0.010333	2.23	25.13	37.21	0.87
1197.771	2 yr	56	14.99	15.50	15.33	15.57	0.004225	1.13	49.68	104.55	0.52
1190.791	2 yr	56	14.84	15.32	15.32	15.50	0.016834	1.89	29.64	80.96	1.00
1121.757	2 yr	56	13.29	13.71	13.77	13.96	0.030713	2.22	25.17	84.78	1.30
1095.992	2 yr	56	12.70	13.18	13.18	13.36	0.017278	1.87	29.97	85.14	1.01
932.527	2 yr	56	10.00	10.60	10.42	10.67	0.004880	1.20	46.62	99.82	0.56
903.702	2 yr	56	10.00	10.49	10.31	10.54	0.003674	0.98	57.07	133.77	0.48
887.606	2 yr	56	10.00	10.43	10.28	10.48	0.004381	0.99	56.29	147.48	0.51
874.708	2 yr	56	10.00	10.25	10.25	10.37	0.019822	1.52	36.82	158.40	1.01
742.532	2 yr	56	7.50	8.27	8.01	8.34	0.003539	1.20	46.79	79.14	0.50
687.063	2 yr	56	7.50	8.05	7.88	8.11	0.004881	1.06	52.59	134.95	0.54
658.018	2 yr	56	7.02	7.73	7.73	7.85	0.019554	1.54	36.38	152.11	1.00
586.300	2 yr	56	5.00	5.68	5.81	6.09	0.030357	2.84	19.72	45.74	1.38
532.574	2 yr	56	5.00	5.63	5.43	5.70	0.004292	1.19	46.86	91.86	0.53
489.779	2 yr	56	5.00	5.43	5.30	5.49	0.005734	1.06	53.04	155.57	0.58
479.452	2 yr	56	4.97	5.36	5.27	5.42	0.006783	1.08	52.02	168.15	0.62
460.821	2 yr	56	4.62	5.13	5.12	5.23	0.016225	1.38	40.58	173.80	0.91
444.005	2 yr	56	4.30	4.80	4.80	4.94	0.018733	1.62	34.66	130.52	1.00
422.906	2 yr	56	3.88	4.36	4.37	4.51	0.021725	1.73	32.33	122.52	1.08
409.168	2 yr	56	3.61	4.09	4.09	4.23	0.018834	1.69	33.22	117.84	1.01
355.748	2 yr	56	2.58	3.14	3.10	3.27	0.012392	1.61	34.83	96.87	0.86
307.635	2 yr	56	2.50	3.01	2.77	3.04	0.002056	0.73	76.57	180.51	0.36
254.975	2 yr	56	2.50	2.74	2.71	2.81	0.013012	1.21	46.28	204.53	0.81

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
10463.690	5 yr	90	116.59	117.21	117.31	117.67	0.025035	3.03	29.70	52.98	1.29
10416.990	5 yr	90	116.03	116.68	116.68	116.98	0.014943	2.41	37.30	63.78	1.01
10317.070	5 yr	90	115.00	116.08	115.64	116.17	0.002185	1.30	69.13	69.87	0.42
10265.830	5 yr	90	115.00	115.86	115.60	116.01	0.004543	1.71	52.76	61.58	0.59
10216.490	5 yr	90	114.14	115.27	115.27	115.62	0.014181	2.62	34.33	49.35	1.00
10126.830	5 yr	90	111.02	111.67	112.02	112.93	0.089333	4.96	18.14	40.33	2.36
10034.360	5 yr	90	110.00	111.12	110.69	111.25	0.002874	1.61	56.01	49.88	0.48
9968.220	5 yr	90	110.00	110.58	110.58	110.87	0.014702	2.39	37.69	64.71	1.00
9941.626	5 yr	90	109.01	109.44	109.63	110.10	0.069697	3.60	24.97	75.00	1.99
9928.255	5 yr	90	108.40	108.90	109.03	109.39	0.037004	3.11	28.92	67.21	1.51
9915.311	5 yr	90	107.83	108.32	108.48	108.88	0.039957	3.33	26.99	59.84	1.58
9860.339	5 yr	90	105.18	106.70	106.21	106.85	0.002807	1.72	52.31	41.18	0.49
9783.941	5 yr	90	105.00	106.59	105.79	106.68	0.001413	1.39	64.77	40.85	0.35
9700.998	5 yr	90	105.00	106.35	105.84	106.52	0.002850	1.78	50.50	37.29	0.49
9630.865	5 yr	90	104.99	105.75	105.75	106.12	0.013812	2.70	33.31	44.66	1.00
9625.306	5 yr	90	104.93	105.52	105.63	106.00	0.027084	3.08	29.25	54.16	1.34
9609.126	5 yr	90	104.59	105.10	105.20	105.49	0.032476	2.78	32.35	80.66	1.40
9531.599	5 yr	90	103.57	104.22	104.14	104.39	0.008940	1.81	49.70	89.44	0.78
9466.368	5 yr	90	102.80	103.47	103.42	103.73	0.011260	2.25	40.06	61.50	0.89
9400.948	5 yr	90	101.94	102.58	102.58	102.89	0.014385	2.47	36.49	58.51	1.00
9268.023	5 yr	90	100.16	101.25	100.91	101.39	0.003485	1.63	55.36	56.56	0.52
9231.575	5 yr	90	100.00	101.11	100.72	101.26	0.003381	1.72	52.18	47.10	0.52
9177.338	5 yr	90	99.89	100.66	100.62	100.94	0.011649	2.33	38.67	57.54	0.91
9100.127	5 yr	90	98.83	99.66	99.66	99.95	0.014148	2.36	38.22	65.13	0.98
9030.840	5 yr	90	97.87	98.66	98.66	98.94	0.015004	2.33	38.66	70.25	1.00
8967.224	5 yr	90	96.98	97.93	97.75	98.07	0.005359	1.62	55.58	80.30	0.62
8892.747	5 yr	90	96.19	97.09	97.09	97.44	0.014019	2.62	34.35	49.03	1.00
8844.410	5 yr	90	95.58	96.49	96.41	96.74	0.009481	2.21	40.77	56.24	0.83
8788.892	5 yr	90	94.98	95.73	95.73	96.10	0.013928	2.68	33.54	45.76	1.00
8690.490	5 yr	90	93.35	93.83	93.91	94.19	0.028723	2.66	33.81	82.24	1.33

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
8576.089	5 yr	90	91.41	92.30	92.30	92.65	0.014059	2.61	34.51	49.80	1.00
8459.736	5 yr	90	90.00	91.37	90.98	91.54	0.003605	1.81	49.73	43.56	0.54
8427.426	5 yr	90	90.00	91.23	90.83	91.42	0.003745	1.92	46.92	38.44	0.55
8404.767	5 yr	90	90.00	91.19	90.73	91.33	0.002887	1.66	54.12	45.63	0.49
8347.214	5 yr	90	89.55	90.63	90.63	90.99	0.014113	2.67	33.73	46.67	1.00
8233.952	5 yr	90	87.50	88.52	88.16	88.66	0.003511	1.67	53.91	53.02	0.53
8156.945	5 yr	90	86.93	87.80	87.79	88.16	0.013829	2.67	33.72	46.08	1.00
8134.357	5 yr	90	86.71	87.49	87.49	87.84	0.014058	2.61	34.50	49.56	1.00
8036.289	5 yr	90	85.41	86.40	85.99	86.49	0.002435	1.35	66.51	68.79	0.44
7929.268	5 yr	90	84.77	85.61	85.61	85.94	0.014265	2.56	35.18	52.73	1.00
7906.955	5 yr	90	84.38	85.40	85.23	85.60	0.006569	1.95	46.19	58.12	0.70
7893.535	5 yr	90	84.35	85.13	85.13	85.46	0.014272	2.55	35.27	53.09	1.00
7825.063	5 yr	90	83.22	84.08	83.93	84.29	0.007423	2.05	43.92	56.27	0.74
7741.713	5 yr	90	82.39	83.38	83.24	83.65	0.007880	2.30	39.15	43.51	0.77
7653.161	5 yr	90	81.37	82.33	82.33	82.74	0.013461	2.84	31.65	38.16	1.00
7534.907	5 yr	90	80.38	81.30	80.91	81.37	0.002237	1.22	73.49	83.41	0.42
7464.061	5 yr	90	80.00	80.99	80.68	81.15	0.004192	1.79	50.27	50.83	0.57
7435.845	5 yr	90	79.80	80.61	80.61	80.94	0.014216	2.54	35.39	53.46	1.00
7419.546	5 yr	90	79.35	80.05	80.19	80.59	0.031518	3.23	27.83	53.74	1.43
7403.483	5 yr	90	79.05	79.97	79.97	80.35	0.013786	2.74	32.90	43.15	1.00
7375.524	5 yr	90	78.32	78.98	79.19	79.70	0.042118	3.74	24.06	46.21	1.65
7315.770	5 yr	90	77.50	78.87	78.12	78.93	0.001065	1.12	80.64	58.83	0.30
7225.180	5 yr	90	77.08	78.18	78.18	78.66	0.013323	3.05	29.48	30.95	1.00
7120.216	5 yr	90	75.00	76.04	75.67	76.18	0.003400	1.67	54.05	52.01	0.52
7039.605	5 yr	90	74.56	75.87	75.41	75.95	0.002109	1.29	69.57	68.89	0.41
6988.998	5 yr	90	73.92	75.21	75.21	75.69	0.013415	3.08	29.24	30.40	1.00
6937.988	5 yr	90	72.50	73.54	73.83	74.53	0.041199	4.41	20.41	29.47	1.69
6868.847	5 yr	90	71.82	73.27	73.12	73.66	0.008269	2.75	32.69	27.59	0.81
6807.433	5 yr	90	71.06	73.09	72.51	73.31	0.003224	2.10	42.94	26.07	0.52
6771.875	5 yr	90	70.83	72.53	72.53	73.08	0.013024	3.26	27.62	25.42	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
6715.019	5 yr	90	70.00	71.88	70.73	71.93	0.000639	1.04	86.29	45.98	0.24
6654.375	5 yr	90	70.00	71.53	71.11	71.83	0.004652	2.40	37.57	24.50	0.62
6576.627	5 yr	90	69.45	71.13	70.79	71.44	0.005365	2.45	36.78	26.28	0.66
6531.502	5 yr	90	69.16	70.62	70.55	71.09	0.010626	3.03	29.72	26.22	0.91
6521.647	5 yr	90	69.10	70.43	70.43	70.97	0.013094	3.23	27.88	26.23	1.00
6503.366	5 yr	90	68.57	69.23	69.54	70.38	0.105512	4.76	18.90	50.32	2.48
6479.418	5 yr	90	67.51	68.48	68.61	69.00	0.028851	3.20	28.16	51.59	1.38
6385.929	5 yr	90	65.06	66.37	66.45	66.81	0.019011	2.92	30.80	46.88	1.15
6228.886	5 yr	90	63.02	65.61	64.05	65.66	0.000365	0.90	100.26	43.00	0.19
6091.725	5 yr	90	62.50	65.64	63.96	65.64	0.000007	0.12	578.00	214.77	0.03
6065.857	5 yr	90	63.54	65.64	65.08	65.64	0.000005	0.08	659.69	232.52	0.02
6015.255	5 yr	90	63.50	65.15	65.15	65.59	0.013290	2.97	30.35	34.04	1.00
5905.684	5 yr	90	60.00	62.19	60.85	62.23	0.000506	0.92	98.20	55.36	0.22
5873.318	5 yr	90	60.00	62.21	60.83	62.21	0.000012	0.16	606.80	361.52	0.04
5819.849	5 yr	90	60.00	62.21	60.55	62.21	0.000006	0.12	761.61	390.32	0.03
5756.550	5 yr	90	60.00	62.21	60.69	62.21	0.000006	0.12	736.80	360.06	0.03
5703.374	5 yr	90	60.00	62.21	60.83	62.21	0.000009	0.14	612.02	301.91	0.03
5658.531	5 yr	90	60.00	62.05	61.18	62.20	0.001807	1.72	52.26	30.06	0.42
5591.643	5 yr	90	60.00	61.18	61.16	61.72	0.011893	3.24	27.80	24.81	0.98
5572.548	5 yr	90	60.00	61.08	60.99	61.47	0.009817	2.76	32.56	32.53	0.88
5557.902	5 yr	90	59.79	60.87	60.87	61.30	0.013085	2.91	30.96	36.03	1.00
5546.559	5 yr	90	59.26	60.00	60.28	60.96	0.071066	4.32	20.83	48.30	2.10
5522.741	5 yr	90	58.24	59.16	59.35	59.80	0.030648	3.53	25.52	42.44	1.45
5469.971	5 yr	90	56.08	57.96	58.10	58.58	0.017622	3.62	26.61	33.46	1.17
5430.150	5 yr	90	55.00	56.65	56.03	56.78	0.002404	1.60	56.20	44.28	0.45
5386.918	5 yr	90	54.59	56.38	56.04	56.62	0.004880	2.18	41.33	34.80	0.64
5382.867	5 yr	90	54.51	56.55	56.04	56.55	0.000016	0.16	585.70	389.29	0.04
5381.209	5 yr	90	54.48	56.04	56.04	56.50	0.012159	3.03	30.03	33.06	0.98
5379.434	5 yr	90	55.00	55.94	56.01	56.47	0.014939	3.27	28.38	33.72	1.08
5377.895	5 yr	90	53.28	55.86	55.98	56.44	0.020218	3.38	26.67	34.30	1.22

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
5372.454	5 yr	90	52.50	55.82	55.90	56.35	0.017223	3.24	27.76	33.57	1.14
5361.567	5 yr	90	52.50	55.56	55.68	56.14	0.020389	3.37	26.68	34.47	1.22
5346.130	5 yr	90	52.50	55.49	55.49	55.49	0.000009	0.12	768.00	496.39	0.03
5319.545	5 yr	90	52.50	53.83	54.17	55.34	0.194496	5.45	16.52	57.79	3.25
5294.613	5 yr	90	52.50	53.86	53.56	53.98	0.003663	1.52	59.64	77.52	0.53
5238.065	5 yr	90	52.50	53.71	53.25	53.80	0.002446	1.36	66.25	69.04	0.44
5209.666	5 yr	90	52.46	53.30	53.30	53.64	0.013917	2.60	34.68	50.52	1.00
5169.699	5 yr	90	52.09	53.15	53.10	53.15	0.000097	0.24	378.29	510.97	0.09
5108.303	5 yr	90	51.55	52.51	52.51	52.69	0.016760	1.89	47.56	129.45	1.00
5039.317	5 yr	90	50.80	51.78	51.66	51.87	0.007056	1.37	65.90	152.85	0.66
5009.381	5 yr	90	50.52	51.43	51.40	51.59	0.013020	1.76	51.12	128.25	0.89
4971.389	5 yr	90	50.00	51.14	50.99	51.24	0.006042	1.40	64.42	128.44	0.63
4937.544	5 yr	90	49.91	50.70	50.70	50.92	0.015998	2.06	43.68	100.88	1.00
4888.142	5 yr	90	49.27	50.09	49.96	50.15	0.007833	1.06	84.84	311.67	0.65
4847.507	5 yr	90	48.71	49.55	49.55	49.68	0.018270	1.59	56.70	214.72	0.99
4802.749	5 yr	90	48.09	49.17	49.01	49.21	0.003705	0.86	104.16	296.86	0.47
4767.966	5 yr	90	47.50	48.87	48.83	48.99	0.011594	1.53	58.71	166.50	0.82
4728.866	5 yr	90	47.50	48.28	48.28	48.44	0.017713	1.76	51.12	161.97	1.00
4703.253	5 yr	90	47.38	48.11	47.93	48.17	0.004282	1.04	86.80	209.69	0.51
4671.654	5 yr	90	46.80	47.80	47.79	47.93	0.015860	1.55	58.14	205.69	0.93
4644.111	5 yr	90	46.30	47.32	47.32	47.46	0.018315	1.63	55.17	200.97	0.99
4609.932	5 yr	90	45.84	46.41	46.46	46.65	0.030395	2.20	40.85	138.82	1.30
4588.800	5 yr	90	45.23	45.73	45.80	46.00	0.030695	2.31	38.91	123.80	1.32
4519.230	5 yr	90	44.48	44.93	44.84	44.99	0.006915	1.05	86.11	295.12	0.62
4487.133	5 yr	90	44.21	44.65	44.59	44.72	0.009969	1.19	75.91	283.29	0.73
4458.554	5 yr	90	43.95	44.46	44.34	44.51	0.005713	1.00	89.85	284.43	0.57
4437.993	5 yr	90	43.70	44.16	44.16	44.31	0.017844	1.70	52.91	177.34	0.99
4416.474	5 yr	90	43.42	44.04	43.86	44.10	0.004037	1.09	82.64	177.23	0.51
4404.623	5 yr	90	43.29	43.82	43.82	44.00	0.016856	1.90	47.26	128.01	1.00
4389.983	5 yr	90	43.09	43.45	43.50	43.68	0.028718	2.11	42.64	147.74	1.25

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
4371.779	5 yr	90	42.84	43.11	43.20	43.41	0.085762	2.46	36.53	228.61	1.97
4352.981	5 yr	90	42.51	43.00	42.95	43.08	0.010478	1.18	76.52	300.07	0.74
4336.618	5 yr	90	42.50	42.96	42.77	42.99	0.002485	0.73	123.51	337.43	0.38
4321.678	5 yr	90	42.50	42.89	42.75	42.94	0.004006	0.96	93.58	240.90	0.49
4303.160	5 yr	90	42.33	42.78	42.69	42.84	0.007220	1.12	80.45	256.86	0.64
4264.890	5 yr	90	41.84	42.27	42.27	42.42	0.017966	1.69	53.23	181.22	1.00
4253.713	5 yr	90	41.70	42.18	42.10	42.25	0.008575	1.16	77.84	269.44	0.69
4230.285	5 yr	90	41.40	41.81	41.81	41.96	0.017816	1.71	52.60	174.71	1.00
4185.724	5 yr	90	40.69	41.28	41.21	41.37	0.009598	1.38	65.13	187.44	0.75
4155.648	5 yr	90	40.00	40.84	40.84	41.00	0.016746	1.73	51.90	161.26	0.98
4132.900	5 yr	90	40.00	40.63	40.53	40.73	0.007916	1.39	64.58	158.65	0.70
4106.058	5 yr	90	39.76	40.25	40.25	40.42	0.017046	1.84	49.00	141.43	1.00
4073.687	5 yr	90	39.19	39.83	39.70	39.93	0.006280	1.38	65.31	137.13	0.64
4064.961	5 yr	90	39.07	39.63	39.63	39.84	0.016013	2.03	44.38	105.19	1.00
4040.672	5 yr	90	38.54	39.09	39.14	39.37	0.023390	2.34	38.45	97.72	1.19
4017.166	5 yr	90	38.19	38.82	38.82	39.04	0.015891	2.05	43.95	102.04	1.00
3993.871	5 yr	90	37.79	38.29	38.34	38.52	0.031794	2.16	41.59	150.13	1.31
3982.334	5 yr	90	37.61	38.07	38.16	38.36	0.044301	2.38	37.85	152.25	1.52
3971.765	5 yr	90	37.50	38.12	38.00	38.20	0.005873	1.19	75.41	187.26	0.60
3934.458	5 yr	90	37.50	38.04	37.77	38.07	0.001849	0.80	112.21	212.18	0.35
3893.459	5 yr	90	36.95	37.75	37.75	37.89	0.018394	1.65	54.66	196.66	1.00
3844.166	5 yr	90	36.09	36.88	36.85	37.04	0.013513	1.74	51.59	135.26	0.90
3813.378	5 yr	90	35.56	36.40	36.40	36.57	0.017193	1.83	49.11	143.31	1.00
3763.352	5 yr	90	35.00	35.60	35.57	35.74	0.012620	1.66	54.16	145.12	0.87
3715.128	5 yr	90	34.71	35.19	35.15	35.26	0.007568	1.34	81.22	313.48	0.68
3674.350	5 yr	90	34.13	34.72	34.67	34.87	0.011765	1.72	52.33	126.57	0.85
3632.584	5 yr	90	33.51	34.11	34.10	34.30	0.015568	1.96	45.91	112.55	0.98
3580.157	5 yr	90	32.75	33.53		33.68	0.009057	1.68	53.70	110.97	0.77
3522.219	5 yr	90	32.50	33.28		33.36	0.003381	1.21	74.24	119.05	0.49
3492.942	5 yr	90	32.50	33.07		33.20	0.007982	1.60	56.27	113.39	0.72

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
3474.430	5 yr	90	31.84	32.78	32.78	32.99	0.016656	2.02	44.48	109.35	1.01
3448.762	5 yr	90	30.85	31.61	31.81	32.26	0.048714	3.59	25.06	58.24	1.75
3410.715	5 yr	90	30.00	32.04	30.64	32.06	0.000179	0.50	179.08	118.11	0.13
3258.885	5 yr	90	30.00	32.01		32.02	0.000215	0.60	151.19	88.95	0.15
3176.269	5 yr	90	30.00	31.98		32.00	0.000301	0.70	129.20	77.16	0.17
3108.312	5 yr	90	30.00	31.84		31.96	0.001494	1.52	59.11	35.54	0.38
3035.673	5 yr	90	30.00	31.75		31.85	0.001301	1.42	63.57	37.86	0.35
2963.679	5 yr	90	30.00	31.67		31.76	0.001179	1.31	68.49	42.50	0.33
2898.014	5 yr	90	30.00	31.60		31.68	0.001138	1.26	71.49	46.60	0.32
2803.195	5 yr	90	30.00	30.97	30.93	31.39	0.011418	2.89	31.19	33.16	0.95
2778.067	5 yr	90	29.74	30.70	30.70	31.06	0.013598	2.66	33.84	46.96	1.00
2771.975	5 yr	90	29.17	30.12	30.33	30.87	0.060661	3.91	24.17	71.13	1.94
2765.979	5 yr	90	28.56	29.54	29.85	30.51	0.051715	4.38	20.55	37.09	1.88
2764.932	5 yr	90	28.46	29.42	29.75	30.45	0.055288	4.49	20.04	36.61	1.94
2690.887	5 yr	90	25.00	27.00	26.04	27.10	0.001235	1.36	66.34	41.77	0.34
2569.136	5 yr	90	25.00	26.83		26.93	0.001543	1.43	63.06	43.19	0.38
2435.046	5 yr	90	25.00	26.60		26.71	0.001782	1.44	62.48	47.41	0.40
2324.879	5 yr	90	25.00	26.40		26.51	0.001831	1.44	62.36	48.05	0.40
2225.257	5 yr	90	25.00	25.97		26.19	0.006102	2.09	43.06	47.16	0.70
2198.155	5 yr	90	24.58	25.62	25.62	25.94	0.013994	2.53	35.62	54.84	1.00
2194.467	5 yr	90	23.91	25.05	25.27	25.81	0.054126	3.86	23.32	52.55	1.85
2169.068	5 yr	90	20.00	22.37	21.30	22.48	0.001347	1.51	59.73	33.93	0.36
2145.107	5 yr	90	20.00	22.34		22.45	0.001227	1.52	59.19	30.60	0.35
2067.130	5 yr	90	20.00	22.20		22.34	0.001647	1.64	54.71	31.56	0.40
2007.452	5 yr	90	20.00	22.17		22.25	0.000938	1.29	69.90	38.29	0.30
1927.459	5 yr	90	20.00	21.97		22.13	0.002202	1.78	50.58	32.53	0.46
1871.459	5 yr	90	20.00	21.97		22.04	0.000783	1.13	79.79	46.84	0.28
1707.810	5 yr	90	20.00	21.61		21.80	0.002888	1.94	46.50	32.07	0.51
1621.182	5 yr	90	20.00	21.51		21.60	0.001421	1.35	66.57	46.45	0.36
1554.802	5 yr	90	20.00	21.38		21.49	0.001858	1.47	61.33	46.01	0.41

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
1515.420	5 yr	90	20.00	20.88	20.88	21.31	0.013173	2.90	30.98	36.41	1.01
1504.749	5 yr	90	19.33	20.26	20.48	21.06	0.034245	3.97	22.69	34.58	1.56
1492.706	5 yr	90	17.09	17.90	18.49	20.22	0.111496	6.76	13.31	22.15	2.78
1472.926	5 yr	90	15.00	15.47	15.97	17.62	0.151318	6.50	13.85	30.78	3.09
1414.598	5 yr	90	15.00	16.48	15.80	16.59	0.001715	1.45	61.86	44.59	0.39
1360.353	5 yr	90	15.00	16.42	15.72	16.50	0.001382	1.25	71.99	55.93	0.35
1283.745	5 yr	90	15.00	16.39	15.52	16.42	0.000570	0.80	112.31	86.71	0.22
1259.806	5 yr	90	15.00	15.94	15.94	16.34	0.012885	2.83	31.90	39.12	1.00
1197.771	5 yr	90	14.99	15.68	15.45	15.77	0.003832	1.30	69.08	108.56	0.52
1190.791	5 yr	90	14.84	15.45	15.45	15.71	0.015341	2.22	40.54	80.96	1.00
1121.757	5 yr	90	13.29	13.80	13.91	14.18	0.034110	2.71	33.27	90.31	1.42
1095.992	5 yr	90	12.70	13.32	13.32	13.55	0.016140	2.16	41.62	90.09	1.02
932.527	5 yr	90	10.00	10.73	10.56	10.84	0.005820	1.47	61.07	109.82	0.63
903.702	5 yr	90	10.00	10.61	10.42	10.69	0.004358	1.22	73.93	142.54	0.54
887.606	5 yr	90	10.00	10.54	10.38	10.61	0.005124	1.23	72.89	155.35	0.58
874.708	5 yr	90	10.00	10.34	10.34	10.49	0.017790	1.75	51.41	165.08	1.00
742.532	5 yr	90	7.50	8.44	8.17	8.55	0.004348	1.48	60.80	87.25	0.57
687.063	5 yr	90	7.50	8.18	8.01	8.26	0.005863	1.24	72.69	170.72	0.61
658.018	5 yr	90	7.02	7.83	7.83	7.98	0.017934	1.73	52.08	171.55	1.00
586.300	5 yr	90	5.00	5.87	6.01	6.35	0.028354	3.07	29.36	57.67	1.37
532.574	5 yr	90	5.00	5.77	5.57	5.88	0.005386	1.50	60.04	99.29	0.62
489.779	5 yr	90	5.00	5.54	5.41	5.62	0.006477	1.28	70.56	170.77	0.63
479.452	5 yr	90	4.97	5.46	5.36	5.55	0.007301	1.30	69.34	178.89	0.67
460.821	5 yr	90	4.62	5.22	5.21	5.35	0.015261	1.60	56.13	183.30	0.92
444.005	5 yr	90	4.30	4.91	4.91	5.08	0.017328	1.81	49.69	148.68	1.00
422.906	5 yr	90	3.88	4.45	4.48	4.66	0.022115	2.03	44.33	134.17	1.13
409.168	5 yr	90	3.61	4.20	4.20	4.38	0.017580	1.93	46.63	128.24	1.02
355.748	5 yr	90	2.58	3.27	3.23	3.45	0.012840	1.88	47.86	108.12	0.90
307.635	5 yr	90	2.50	3.14	2.86	3.18	0.002419	0.90	99.80	194.11	0.40
254.975	5 yr	90	2.50	2.82	2.78	2.92	0.013005	1.44	62.31	211.11	0.85

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
10463.690	10 yr	113	116.59	117.29	117.42	117.85	0.025037	3.32	34.08	52.98	1.32
10416.990	10 yr	113	116.03	116.78	116.78	117.13	0.014028	2.59	43.63	63.78	1.00
10317.070	10 yr	113	115.00	116.23	115.74	116.33	0.002201	1.43	79.20	69.87	0.43
10265.830	10 yr	113	115.00	115.99	115.70	116.17	0.004401	1.85	61.17	61.58	0.59
10216.490	10 yr	113	114.14	115.38	115.38	115.79	0.013616	2.83	39.91	49.35	1.01
10126.830	10 yr	113	111.02	111.75	112.15	113.20	0.084615	5.34	21.16	40.33	2.35
10034.360	10 yr	113	110.00	111.25	110.81	111.42	0.003172	1.81	62.46	49.88	0.52
9968.220	10 yr	113	110.00	110.68	110.68	111.02	0.014066	2.58	43.84	64.71	1.00
9941.626	10 yr	113	109.01	109.49	109.72	110.27	0.067184	3.90	28.96	75.00	2.00
9928.255	10 yr	113	108.40	108.96	109.13	109.55	0.037711	3.43	32.99	67.21	1.56
9915.311	10 yr	113	107.83	108.39	108.58	109.05	0.038613	3.61	31.29	59.84	1.59
9860.339	10 yr	113	105.18	106.90	106.34	107.07	0.002757	1.87	60.51	41.18	0.49
9783.941	10 yr	113	105.00	106.78	105.92	106.90	0.001532	1.55	72.73	40.85	0.37
9700.998	10 yr	113	105.00	106.52	105.98	106.72	0.003118	2.00	56.54	37.29	0.52
9630.865	10 yr	113	104.99	105.87	105.87	106.30	0.013192	2.91	38.80	44.66	1.00
9625.306	10 yr	113	104.93	105.59	105.74	106.18	0.027771	3.39	33.32	54.16	1.38
9609.126	10 yr	113	104.59	105.15	105.29	105.65	0.036017	3.14	35.97	80.66	1.50
9531.599	10 yr	113	103.57	104.32	104.21	104.51	0.008077	1.92	58.79	89.44	0.76
9466.368	10 yr	113	102.80	103.56	103.52	103.88	0.011554	2.48	45.62	61.50	0.92
9400.948	10 yr	113	101.94	102.69	102.69	103.05	0.013745	2.66	42.46	58.51	1.00
9268.023	10 yr	113	100.16	101.41	101.01	101.56	0.003388	1.76	64.13	56.56	0.53
9231.575	10 yr	113	100.00	101.24	100.84	101.43	0.003647	1.93	58.59	47.10	0.55
9177.338	10 yr	113	99.89	100.75	100.72	101.09	0.012023	2.57	43.96	57.54	0.94
9100.127	10 yr	113	98.83	99.75	99.75	100.09	0.014012	2.57	43.98	65.13	1.00
9030.840	10 yr	113	97.87	98.74	98.75	99.07	0.015413	2.57	44.00	70.25	1.04
8967.224	10 yr	113	96.98	98.05	97.83	98.21	0.005002	1.74	65.12	80.30	0.62
8892.747	10 yr	113	96.19	97.20	97.20	97.61	0.013342	2.82	40.04	49.03	1.00
8844.410	10 yr	113	95.58	96.61	96.51	96.90	0.009155	2.39	47.30	56.24	0.83
8788.892	10 yr	113	94.98	95.85	95.85	96.28	0.013362	2.90	39.01	45.76	1.00
8690.490	10 yr	113	93.35	93.88	94.00	94.34	0.031840	3.01	37.59	82.24	1.42

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
8576.089	10 yr	113	91.41	92.42	92.42	92.82	0.013401	2.81	40.20	49.80	1.00
8459.736	10 yr	113	90.00	91.54	91.11	91.74	0.003601	1.98	57.19	43.56	0.55
8427.426	10 yr	113	90.00	91.38	90.97	91.61	0.004044	2.14	52.71	38.44	0.58
8404.767	10 yr	113	90.00	91.34	90.86	91.52	0.003045	1.85	61.21	45.63	0.51
8347.214	10 yr	113	89.55	90.75	90.75	91.17	0.013487	2.88	39.27	46.67	1.00
8233.952	10 yr	113	87.50	88.67	88.27	88.84	0.003513	1.82	61.92	53.02	0.54
8156.945	10 yr	113	86.93	87.91	87.91	88.34	0.013406	2.89	39.09	46.08	1.00
8134.357	10 yr	113	86.71	87.57	87.61	88.01	0.015491	2.94	38.46	49.56	1.06
8036.289	10 yr	113	85.41	86.54	86.08	86.65	0.002428	1.48	76.43	68.79	0.45
7929.268	10 yr	113	84.77	85.72	85.72	86.11	0.013791	2.77	40.80	52.73	1.01
7906.955	10 yr	113	84.38	85.53	85.33	85.76	0.006342	2.11	53.60	58.12	0.70
7893.535	10 yr	113	84.35	85.24	85.24	85.62	0.013587	2.75	41.10	53.09	1.00
7825.063	10 yr	113	83.22	84.21	84.04	84.46	0.006923	2.19	51.51	56.27	0.73
7741.713	10 yr	113	82.39	83.52	83.36	83.84	0.007826	2.51	45.08	43.51	0.79
7653.161	10 yr	113	81.37	82.46	82.46	82.94	0.012969	3.07	36.78	38.16	1.00
7534.907	10 yr	113	80.38	81.45	80.99	81.54	0.002067	1.31	86.38	83.41	0.41
7464.061	10 yr	113	80.00	81.12	80.80	81.32	0.004403	1.99	56.90	50.83	0.60
7435.845	10 yr	113	79.80	80.71	80.71	81.10	0.013721	2.75	41.07	53.46	1.00
7419.546	10 yr	113	79.35	80.14	80.30	80.76	0.029982	3.48	32.43	53.74	1.43
7403.483	10 yr	113	79.05	80.10	80.10	80.54	0.013144	2.95	38.34	43.15	1.00
7375.524	10 yr	113	78.32	79.07	79.31	79.90	0.040877	4.05	27.87	46.21	1.67
7315.770	10 yr	113	77.50	79.09	78.22	79.17	0.001026	1.21	93.75	58.83	0.30
7225.180	10 yr	113	77.08	78.34	78.34	78.89	0.012910	3.30	34.24	30.95	1.00
7120.216	10 yr	113	75.00	76.22	75.78	76.38	0.003207	1.79	63.22	52.01	0.52
7039.605	10 yr	113	74.56	76.08	75.51	76.17	0.001781	1.34	84.10	68.89	0.39
6988.998	10 yr	113	73.92	75.37	75.37	75.93	0.012909	3.32	34.04	30.40	1.00
6937.988	10 yr	113	72.50	73.66	73.99	74.80	0.039398	4.75	23.79	29.47	1.69
6868.847	10 yr	113	71.82	73.50	73.28	73.93	0.007430	2.90	38.93	27.59	0.78
6807.433	10 yr	113	71.06	73.31	72.68	73.59	0.003380	2.31	48.83	26.07	0.54
6771.875	10 yr	113	70.83	72.71	72.71	73.34	0.012642	3.52	32.10	25.42	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
6715.019	10 yr	113	70.00	72.14	70.85	72.14	0.000003	0.07	1504.36	787.83	0.02
6654.375	10 yr	113	70.00	71.75	71.29	72.10	0.004832	2.64	42.84	24.50	0.64
6576.627	10 yr	113	69.45	71.34	70.97	71.70	0.005444	2.68	42.22	26.28	0.67
6531.502	10 yr	113	69.16	70.79	70.73	71.35	0.010741	3.31	34.12	26.22	0.93
6521.647	10 yr	113	69.10	70.61	70.61	71.23	0.012605	3.48	32.48	26.23	1.00
6503.366	10 yr	113	68.57	69.29	69.65	70.65	0.102743	5.17	21.86	50.32	2.50
6479.418	10 yr	113	67.51	68.55	68.72	69.20	0.030901	3.57	31.65	51.59	1.45
6385.929	10 yr	113	65.06	66.50	66.58	66.97	0.018099	3.04	37.21	51.53	1.14
6228.886	10 yr	113	63.02	65.87	64.17	65.87	0.000090	0.46	332.01	262.81	0.09
6091.725	10 yr	113	62.50	65.87	64.10	65.87	0.000009	0.14	626.79	214.94	0.03
6065.857	10 yr	113	63.54	65.87	65.22	65.87	0.000006	0.10	712.51	232.67	0.02
6015.255	10 yr	113	63.50	65.29	65.29	65.81	0.012698	3.20	35.36	34.14	1.00
5905.684	10 yr	113	60.00	62.50	60.98	62.55	0.000493	0.97	115.97	58.34	0.22
5873.318	10 yr	113	60.00	62.53	60.96	62.53	0.000012	0.17	724.30	391.84	0.04
5819.849	10 yr	113	60.00	62.53	60.64	62.53	0.000007	0.13	888.11	415.92	0.03
5756.550	10 yr	113	60.00	62.53	60.80	62.53	0.000006	0.13	852.01	367.46	0.03
5703.374	10 yr	113	60.00	62.53	60.97	62.53	0.000009	0.16	708.49	307.39	0.03
5658.531	10 yr	113	60.00	62.34	61.36	62.51	0.001784	1.85	61.23	31.35	0.42
5591.643	10 yr	113	60.00	61.35	61.35	61.99	0.012038	3.53	32.03	25.18	1.00
5572.548	10 yr	113	60.00	61.04	61.15	61.70	0.017653	3.62	31.21	32.34	1.18
5557.902	10 yr	113	59.79	60.94	61.01	61.52	0.015714	3.36	33.64	36.61	1.11
5546.559	10 yr	113	59.26	60.08	60.40	61.15	0.064633	4.57	24.72	49.02	2.05
5522.741	10 yr	113	58.24	59.25	59.48	60.00	0.032060	3.83	29.51	44.78	1.51
5469.971	10 yr	113	56.08	58.11	58.26	58.80	0.016325	3.83	31.91	35.47	1.15
5430.150	10 yr	113	55.00	55.69	56.18	57.42	0.087321	5.83	19.38	33.04	2.43
5386.918	10 yr	113	54.59	56.30	56.20	56.74	0.009369	2.92	38.69	34.26	0.88
5382.867	10 yr	113	54.51	56.61	56.19	56.61	0.000023	0.19	608.33	390.42	0.05
5381.209	10 yr	113	54.48	56.61	56.20	56.61	0.000017	0.16	688.74	413.73	0.04
5379.434	10 yr	113	55.00	56.61	56.17	56.61	0.000012	0.14	744.70	418.83	0.03
5377.895	10 yr	113	53.28	56.61	56.13	56.61	0.000011	0.14	784.05	422.49	0.03

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
5372.454	10 yr	113	52.50	56.05	56.05	56.56	0.012476	3.16	35.80	35.21	1.00
5361.567	10 yr	113	52.50	55.68	55.83	56.37	0.020689	3.67	30.79	35.36	1.26
5346.130	10 yr	113	52.50	55.49	55.49	55.49	0.000015	0.15	768.00	496.39	0.04
5319.545	10 yr	113	52.50	53.90	54.27	55.35	0.142506	5.32	21.23	60.90	2.88
5294.613	10 yr	113	52.50	54.01	53.67	54.14	0.003297	1.61	71.61	82.21	0.52
5238.065	10 yr	113	52.50	53.86	53.36	53.97	0.002496	1.46	77.23	73.01	0.45
5209.666	10 yr	113	52.46	53.42	53.42	53.81	0.013354	2.76	40.95	52.65	1.00
5169.699	10 yr	113	52.09	53.15	53.15	53.15	0.000153	0.30	378.28	510.97	0.11
5108.303	10 yr	113	51.55	52.37	52.57	53.05	0.096023	3.66	30.87	115.76	2.26
5039.317	10 yr	113	50.80	51.85	51.72	51.96	0.007021	1.48	76.60	157.63	0.68
5009.381	10 yr	113	50.52	51.50	51.46	51.68	0.012401	1.87	60.46	133.60	0.89
4971.389	10 yr	113	50.00	51.23	51.07	51.34	0.005939	1.50	75.52	134.07	0.64
4937.544	10 yr	113	49.91	50.78	50.78	51.02	0.015435	2.19	51.61	105.92	1.00
4888.142	10 yr	113	49.27	50.14	50.06	50.20	0.007508	1.14	98.87	314.62	0.65
4847.507	10 yr	113	48.71	49.60	49.60	49.74	0.018422	1.69	66.86	231.86	1.00
4802.749	10 yr	113	48.09	49.24	49.05	49.28	0.003415	0.91	123.66	304.79	0.46
4767.966	10 yr	113	47.50	48.93	48.88	49.07	0.011947	1.67	67.77	173.26	0.85
4728.866	10 yr	113	47.50	48.33	48.33	48.51	0.017015	1.87	60.40	169.46	1.00
4703.253	10 yr	113	47.38	48.18	47.98	48.24	0.004523	1.10	102.41	234.78	0.53
4671.654	10 yr	113	46.80	47.84	47.84	47.99	0.016149	1.69	66.71	208.90	0.96
4644.111	10 yr	113	46.30	47.37	47.37	47.52	0.017838	1.76	64.18	204.40	1.00
4609.932	10 yr	113	45.84	46.46	46.52	46.74	0.029593	2.36	47.91	144.08	1.31
4588.800	10 yr	113	45.23	45.78	45.86	46.10	0.030511	2.50	45.15	126.97	1.34
4519.230	10 yr	113	44.48	44.98	44.88	45.05	0.006986	1.13	99.57	303.94	0.63
4487.133	10 yr	113	44.21	44.70	44.63	44.78	0.009847	1.28	88.50	292.82	0.74
4458.554	10 yr	113	43.95	44.51	44.39	44.57	0.005307	1.07	105.99	289.05	0.56
4437.993	10 yr	113	43.70	44.21	44.21	44.38	0.017104	1.82	62.01	181.54	1.00
4416.474	10 yr	113	43.42	44.12	43.91	44.19	0.003872	1.17	96.93	181.82	0.51
4404.623	10 yr	113	43.29	43.88	43.88	44.09	0.016262	2.04	55.38	131.58	1.00
4389.983	10 yr	113	43.09	43.50	43.56	43.77	0.029577	2.32	48.76	150.12	1.30

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
4371.779	10 yr	113	42.84	43.17	43.24	43.40	0.046580	2.10	53.75	269.95	1.50
4352.981	10 yr	113	42.51	43.06	42.99	43.13	0.009466	1.21	93.61	327.09	0.72
4336.618	10 yr	113	42.50	43.02	42.81	43.05	0.002407	0.79	143.14	338.50	0.39
4321.678	10 yr	113	42.50	42.94	42.79	43.00	0.004203	1.07	105.88	241.61	0.51
4303.160	10 yr	113	42.33	42.83	42.73	42.90	0.007047	1.22	92.99	257.47	0.65
4264.890	10 yr	113	41.84	42.32	42.32	42.49	0.017366	1.81	62.49	187.42	1.00
4253.713	10 yr	113	41.70	42.23	42.15	42.31	0.008062	1.23	91.74	275.70	0.68
4230.285	10 yr	113	41.40	41.86	41.86	42.03	0.017236	1.83	61.78	181.10	1.00
4185.724	10 yr	113	40.69	41.33	41.26	41.44	0.009681	1.50	75.54	194.21	0.77
4155.648	10 yr	113	40.00	40.90	40.89	41.07	0.015751	1.83	61.69	168.60	0.97
4132.900	10 yr	113	40.00	40.69	40.59	40.81	0.007981	1.50	75.27	166.36	0.71
4106.058	10 yr	113	39.76	40.30	40.30	40.50	0.016615	1.97	57.35	146.12	1.00
4073.687	10 yr	113	39.19	39.92	39.76	40.03	0.005838	1.46	77.47	141.32	0.63
4064.961	10 yr	113	39.07	39.70	39.70	39.94	0.015454	2.16	52.35	109.94	1.00
4040.672	10 yr	113	38.54	39.15	39.22	39.47	0.023371	2.52	44.91	102.26	1.21
4017.166	10 yr	113	38.19	38.90	38.90	39.14	0.015397	2.16	52.42	110.01	1.00
3993.871	10 yr	113	37.79	38.32	38.40	38.62	0.034339	2.41	46.80	151.84	1.39
3982.334	10 yr	113	37.61	38.13	38.21	38.43	0.035246	2.41	46.98	156.40	1.40
3971.765	10 yr	113	37.50	38.19	38.05	38.28	0.005563	1.28	88.21	189.55	0.60
3934.458	10 yr	113	37.50	38.11	37.81	38.15	0.001956	0.89	126.73	213.19	0.37
3893.459	10 yr	113	36.95	37.79	37.79	37.96	0.017833	1.78	63.37	197.57	1.01
3844.166	10 yr	113	36.09	36.93	36.91	37.12	0.014116	1.92	58.90	138.26	0.94
3813.378	10 yr	113	35.56	36.45	36.45	36.65	0.016522	1.97	57.49	146.52	1.00
3763.352	10 yr	113	35.00	35.63	35.63	35.82	0.016010	1.95	58.05	146.63	0.99
3715.128	10 yr	113	34.71	35.25	35.32	35.32	0.006533	1.36	98.75	315.53	0.65
3674.350	10 yr	113	34.13	34.79	34.74	34.96	0.011539	1.83	61.86	134.68	0.86
3632.584	10 yr	113	33.51	34.18	34.17	34.40	0.015596	2.09	54.01	120.30	1.00
3580.157	10 yr	113	32.75	33.63	33.79	33.79	0.008628	1.73	65.16	123.34	0.76
3522.219	10 yr	113	32.50	33.37	33.46	33.46	0.003551	1.32	85.36	124.45	0.51
3492.942	10 yr	113	32.50	33.15	33.30	33.30	0.008229	1.74	64.82	117.41	0.75

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
3474.430	10 yr	113	31.84	32.85	32.85	33.09	0.015625	2.16	52.42	111.69	1.00
3448.762	10 yr	113	30.85	32.24	31.91	32.37	0.004099	1.61	70.35	85.42	0.56
3410.715	10 yr	113	30.00	32.30		32.31	0.000179	0.54	210.35	124.97	0.13
3258.885	10 yr	113	30.00	32.26		32.28	0.000222	0.65	174.30	92.37	0.15
3176.269	10 yr	113	30.00	32.23		32.26	0.000310	0.76	149.08	80.15	0.18
3108.312	10 yr	113	30.00	32.07		32.21	0.001580	1.68	67.32	36.38	0.39
3035.673	10 yr	113	30.00	31.97		32.10	0.001375	1.57	72.11	38.23	0.36
2963.679	10 yr	113	30.00	31.89		32.00	0.001227	1.45	78.01	42.91	0.34
2898.014	10 yr	113	30.00	31.82		31.92	0.001160	1.38	81.91	47.06	0.33
2803.195	10 yr	113	30.00	31.09	31.09	31.62	0.012354	3.22	35.06	33.41	1.00
2778.067	10 yr	113	29.74	30.76	30.82	31.25	0.016432	3.08	36.72	47.15	1.11
2771.975	10 yr	113	29.17	30.18	30.42	31.04	0.058912	4.20	28.32	71.37	1.95
2765.979	10 yr	113	28.56	29.65	30.04	30.70	0.048153	4.54	24.91	40.43	1.84
2764.932	10 yr	113	28.46	29.53	29.89	30.64	0.051602	4.65	24.28	39.91	1.90
2690.887	10 yr	113	25.00	27.22	26.21	27.33	0.001328	1.50	75.54	43.33	0.36
2569.136	10 yr	113	25.00	27.03		27.15	0.001662	1.57	71.96	45.11	0.40
2435.046	10 yr	113	25.00	26.79		26.91	0.001897	1.58	71.49	49.43	0.42
2324.879	10 yr	113	25.00	26.57		26.70	0.001960	1.60	70.58	48.91	0.43
2225.257	10 yr	113	25.00	26.08		26.36	0.006675	2.34	48.31	47.78	0.74
2198.155	10 yr	113	24.58	25.72	25.72	26.10	0.013343	2.71	41.62	55.49	1.00
2194.467	10 yr	113	23.91	25.13	25.38	25.97	0.047706	4.05	27.88	53.07	1.79
2169.068	10 yr	113	20.00	22.63	21.49	22.77	0.001416	1.64	69.04	35.92	0.38
2145.107	10 yr	113	20.00	22.59		22.74	0.001332	1.68	67.26	31.77	0.37
2067.130	10 yr	113	20.00	22.45		22.62	0.001750	1.80	62.76	33.03	0.42
2007.452	10 yr	113	20.00	22.42		22.52	0.001003	1.42	79.67	39.63	0.32
1927.459	10 yr	113	20.00	22.20		22.40	0.002314	1.94	58.26	34.13	0.47
1871.459	10 yr	113	20.00	22.21		22.29	0.000828	1.24	91.14	48.38	0.29
1707.810	10 yr	113	20.00	21.80		22.04	0.003103	2.14	52.71	32.83	0.54
1621.182	10 yr	113	20.00	21.71		21.82	0.001481	1.49	75.84	47.08	0.37
1554.802	10 yr	113	20.00	21.58		21.71	0.001899	1.61	70.22	46.47	0.42

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
1515.420	10 yr	113	20.00	21.02	21.02	21.52	0.012610	3.12	36.17	36.76	1.01
1504.749	10 yr	113	19.33	20.38	20.63	21.28	0.031176	4.21	26.87	34.86	1.53
1492.706	10 yr	113	17.09	18.02	18.69	20.51	0.097285	6.98	16.18	23.12	2.66
1472.926	10 yr	113	15.00	15.53	16.13	18.11	0.153172	7.12	15.88	31.01	3.18
1414.598	10 yr	113	15.00	16.67	15.93	16.80	0.001808	1.61	70.32	45.37	0.41
1360.353	10 yr	113	15.00	16.61	15.84	16.70	0.001413	1.36	82.79	57.31	0.36
1283.745	10 yr	113	15.00	16.58	15.60	16.62	0.000574	0.87	129.49	88.31	0.23
1259.806	10 yr	113	15.00	16.08	16.08	16.54	0.012327	3.01	37.63	40.67	1.00
1197.771	10 yr	113	14.99	15.80	15.52	15.89	0.003618	1.39	81.32	111.01	0.52
1190.791	10 yr	113	14.84	15.54	15.54	15.83	0.014536	2.39	47.24	80.96	1.00
1121.757	10 yr	113	13.29	13.85	13.99	14.31	0.036383	2.98	37.91	93.33	1.49
1095.992	10 yr	113	12.70	13.39	13.40	13.67	0.015560	2.32	48.75	92.46	1.02
932.527	10 yr	113	10.00	10.81	10.64	10.95	0.006425	1.61	69.98	118.16	0.67
903.702	10 yr	113	10.00	10.68	10.48	10.78	0.004715	1.35	83.90	147.48	0.57
887.606	10 yr	113	10.00	10.60	10.44	10.69	0.005512	1.37	82.67	159.81	0.61
874.708	10 yr	113	10.00	10.39	10.39	10.57	0.016873	1.87	60.45	169.09	1.00
742.532	10 yr	113	7.50	8.52	8.27	8.66	0.004965	1.66	68.18	91.23	0.61
687.063	10 yr	113	7.50	8.25	8.08	8.34	0.006166	1.34	84.37	182.90	0.63
658.018	10 yr	113	7.02	7.88	7.88	8.05	0.017313	1.83	61.60	180.68	1.00
586.300	10 yr	113	5.00	5.97	6.12	6.49	0.027023	3.17	35.66	64.29	1.36
532.574	10 yr	113	5.00	5.84	5.66	5.98	0.006084	1.67	67.63	104.14	0.66
489.779	10 yr	113	5.00	5.60	5.47	5.70	0.006782	1.39	81.13	178.11	0.66
479.452	10 yr	113	4.97	5.52	5.41	5.62	0.007587	1.42	79.64	184.97	0.69
460.821	10 yr	113	4.62	5.27	5.26	5.42	0.014821	1.72	65.69	188.86	0.93
444.005	10 yr	113	4.30	4.97	4.97	5.16	0.016619	1.93	58.64	154.93	1.00
422.906	10 yr	113	3.88	4.50	4.54	4.75	0.022218	2.19	51.50	139.23	1.15
409.168	10 yr	113	3.61	4.26	4.27	4.47	0.017038	2.06	54.97	134.30	1.03
355.748	10 yr	113	2.58	3.33	3.31	3.54	0.013480	2.04	55.43	115.01	0.94
307.635	10 yr	113	2.50	3.20	2.92	3.25	0.002599	1.00	113.33	200.12	0.42
254.975	10 yr	113	2.50	2.86	2.83	2.99	0.013002	1.57	71.95	214.97	0.87

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
10463.690	50 yr	162	116.59	117.45	117.63	118.19	0.025035	3.82	42.40	52.98	1.36
10416.990	50 yr	162	116.03	116.97	116.97	117.40	0.013040	2.92	55.48	63.78	1.00
10317.070	50 yr	162	115.00	116.50	115.91	116.64	0.002199	1.64	98.63	69.87	0.44
10265.830	50 yr	162	115.00	116.26	115.89	116.48	0.004154	2.09	77.51	61.58	0.59
10216.490	50 yr	162	114.14	115.61	115.61	116.12	0.012568	3.18	50.92	49.35	1.00
10126.830	50 yr	162	111.02	111.90	112.40	113.71	0.076415	5.96	27.16	40.33	2.32
10034.360	50 yr	162	110.00	111.49	111.02	111.73	0.003726	2.19	74.13	49.88	0.57
9968.220	50 yr	162	110.00	110.86	110.86	111.29	0.013044	2.90	55.78	64.71	1.00
9941.626	50 yr	162	109.01	109.60	109.89	110.58	0.062232	4.40	36.82	75.00	2.00
9928.255	50 yr	162	108.40	109.07	109.31	109.88	0.038902	3.99	40.62	67.21	1.64
9915.311	50 yr	162	107.83	108.53	108.77	109.39	0.036888	4.11	39.44	59.84	1.61
9860.339	50 yr	162	105.18	107.27	106.59	107.50	0.002736	2.14	75.79	41.18	0.50
9783.941	50 yr	162	105.00	107.14	106.17	107.32	0.001733	1.85	87.56	40.85	0.40
9700.998	50 yr	162	105.00	106.81	106.24	107.11	0.003599	2.40	67.62	37.29	0.57
9630.865	50 yr	162	104.99	106.10	106.10	106.65	0.012408	3.29	49.25	44.66	1.00
9625.306	50 yr	162	104.93	105.74	105.95	106.53	0.028465	3.94	41.14	54.16	1.44
9609.126	50 yr	162	104.59	105.23	105.44	105.96	0.041353	3.78	42.87	80.66	1.65
9531.599	50 yr	162	103.57	104.53	104.36	104.75	0.006836	2.11	76.85	89.44	0.73
9466.368	50 yr	162	102.80	103.74	103.71	104.16	0.011817	2.87	56.37	61.50	0.96
9400.948	50 yr	162	101.94	102.88	102.88	103.34	0.013007	3.02	53.73	58.51	1.00
9268.023	50 yr	162	100.16	101.70	101.21	101.91	0.003262	2.00	80.84	56.56	0.54
9231.575	50 yr	162	100.00	101.50	101.06	101.77	0.004075	2.29	70.64	47.10	0.60
9177.338	50 yr	162	99.89	100.92	100.92	101.39	0.012852	3.02	53.61	57.54	1.00
9100.127	50 yr	162	98.83	99.93	99.93	100.36	0.013437	2.92	55.40	65.13	1.01
9030.840	50 yr	162	97.87	98.87	98.92	99.34	0.016382	3.02	53.71	70.25	1.10
8967.224	50 yr	162	96.98	98.30	97.99	98.48	0.004304	1.91	84.76	80.30	0.59
8892.747	50 yr	162	96.19	97.42	97.42	97.94	0.012607	3.19	50.73	49.03	1.00
8844.410	50 yr	162	95.58	96.84	96.71	97.21	0.008470	2.69	60.29	56.24	0.83
8788.892	50 yr	162	94.98	96.08	96.08	96.63	0.012477	3.27	49.61	45.76	1.00
8690.490	50 yr	162	93.35	93.96	94.15	94.64	0.037615	3.65	44.42	82.24	1.58

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
8576.089	50 yr	162	91.41	92.64	92.64	93.15	0.012598	3.18	51.01	49.80	1.00
8459.736	50 yr	162	90.00	92.02	91.35	92.03	0.000042	0.26	693.36	527.99	0.06
8427.426	50 yr	162	90.00	91.66	91.23	91.99	0.004581	2.56	63.36	38.44	0.64
8404.767	50 yr	162	90.00	91.63	91.09	91.87	0.003311	2.18	74.45	45.63	0.54
8347.214	50 yr	162	89.55	90.97	90.97	91.51	0.012577	3.24	49.96	46.67	1.00
8233.952	50 yr	162	87.50	88.95	88.49	89.18	0.003525	2.10	77.10	53.02	0.56
8156.945	50 yr	162	86.93	88.14	88.14	88.68	0.012493	3.26	49.75	46.08	1.00
8134.357	50 yr	162	86.71	87.74	87.83	88.35	0.016816	3.47	46.70	49.56	1.14
8036.289	50 yr	162	85.41	86.82	86.26	86.96	0.002415	1.70	95.31	68.79	0.46
7929.268	50 yr	162	84.77	85.93	85.93	86.42	0.012731	3.11	52.03	52.73	1.00
7906.955	50 yr	162	84.38	85.78	85.53	86.07	0.005956	2.38	68.03	58.12	0.70
7893.535	50 yr	162	84.35	85.45	85.45	85.93	0.012670	3.10	52.25	53.09	1.00
7825.063	50 yr	162	83.22	84.48	84.24	84.78	0.006151	2.44	66.49	56.27	0.72
7741.713	50 yr	162	82.39	83.78	83.60	84.20	0.007657	2.86	56.59	43.51	0.80
7653.161	50 yr	162	81.37	82.72	82.72	83.33	0.012199	3.47	46.74	38.16	1.00
7534.907	50 yr	162	80.38	81.75	81.14	81.86	0.001847	1.46	111.22	83.41	0.40
7464.061	50 yr	162	80.00	81.36	81.01	81.64	0.004771	2.34	69.20	50.83	0.64
7435.845	50 yr	162	79.80	80.92	80.92	81.41	0.012702	3.10	52.33	53.46	1.00
7419.546	50 yr	162	79.35	80.75	80.51	81.06	0.006127	2.48	65.39	53.74	0.72
7403.483	50 yr	162	79.05	80.34	80.34	80.90	0.012361	3.33	48.68	43.15	1.00
7375.524	50 yr	162	78.32	79.23	79.54	80.29	0.037906	4.57	35.48	46.21	1.66
7315.770	50 yr	162	77.50	79.53	78.42	79.53	0.000005	0.10	1381.78	601.47	0.02
7225.180	50 yr	162	77.08	78.64	78.64	79.34	0.012130	3.71	43.62	30.95	1.00
7120.216	50 yr	162	75.00	76.59	76.00	76.78	0.002756	1.96	82.56	52.01	0.50
7039.605	50 yr	162	74.56	76.50	75.68	76.60	0.001380	1.43	113.21	68.89	0.36
6988.998	50 yr	162	73.92	75.67	75.67	76.39	0.012187	3.74	43.30	30.40	1.00
6937.988	50 yr	162	72.50	73.88	74.30	75.32	0.036031	5.31	30.50	29.47	1.67
6868.847	50 yr	162	71.82	73.93	73.61	74.45	0.006496	3.18	50.87	27.59	0.75
6807.433	50 yr	162	71.06	73.74	73.02	74.11	0.003624	2.70	60.04	26.07	0.57
6771.875	50 yr	162	70.83	73.05	73.05	73.86	0.012070	3.97	40.80	25.42	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
6715.019	50 yr	162	70.00	72.17	71.08	72.17	0.000005	0.10	1525.80	790.21	0.02
6654.375	50 yr	162	70.00	72.17	71.65	72.17	0.000002	0.06	1999.82	811.91	0.01
6576.627	50 yr	162	69.45	71.30	71.30	72.09	0.012014	3.92	41.29	26.28	1.00
6531.502	50 yr	162	69.16	71.81	71.06	71.81	0.000001	0.03	3028.48	838.14	0.01
6521.647	50 yr	162	69.10	70.94	70.94	71.73	0.012187	3.94	41.10	26.23	1.01
6503.366	50 yr	162	68.57	69.40	69.87	71.15	0.097003	5.86	27.66	50.32	2.52
6479.418	50 yr	162	67.51	68.67	68.93	69.60	0.034863	4.27	37.96	51.59	1.59
6385.929	50 yr	162	65.06	66.73	66.82	67.27	0.017093	3.25	49.81	59.61	1.14
6228.886	50 yr	162	63.02	65.55	64.41	65.69	0.001288	1.66	97.63	43.00	0.35
6091.725	50 yr	162	62.50	65.45	64.35	65.53	0.000918	1.24	131.19	76.92	0.30
6065.857	50 yr	162	63.54	65.50	65.37	65.50	0.000019	0.14	627.12	232.42	0.04
6015.255	50 yr	162	63.50	65.50	65.50	65.50	0.000004	0.07	1023.77	272.97	0.02
5905.684	50 yr	162	60.00	63.07	61.23	63.13	0.000478	1.07	150.93	63.81	0.22
5873.318	50 yr	162	60.00	63.11	61.22	63.11	0.000010	0.19	958.28	415.79	0.03
5819.849	50 yr	162	60.00	63.11	60.81	63.11	0.000006	0.15	1133.97	432.53	0.03
5756.550	50 yr	162	60.00	63.11	61.02	63.11	0.000006	0.15	1066.67	373.40	0.03
5703.374	50 yr	162	60.00	63.11	61.23	63.11	0.000009	0.18	887.76	311.45	0.03
5658.531	50 yr	162	60.00	62.87	61.71	63.09	0.001771	2.06	78.54	33.70	0.43
5591.643	50 yr	162	60.00	61.71	61.71	62.50	0.011423	3.94	41.11	25.96	1.00
5572.548	50 yr	162	60.00	61.21	61.45	62.19	0.021378	4.38	37.02	33.16	1.32
5557.902	50 yr	162	59.79	61.24	61.29	61.91	0.012767	3.63	44.98	38.62	1.04
5546.559	50 yr	162	59.26	60.22	60.62	61.57	0.061633	5.15	31.47	50.23	2.08
5522.741	50 yr	162	58.24	59.42	59.73	60.38	0.034249	4.35	37.25	49.01	1.59
5469.971	50 yr	162	56.08	58.40	58.56	59.19	0.014579	4.17	42.62	39.22	1.12
5430.150	50 yr	162	55.00	57.21	56.46	57.22	0.000078	0.41	400.24	201.65	0.09
5386.918	50 yr	162	54.59	56.50	56.50	57.15	0.011646	3.56	45.58	35.93	1.00
5382.867	50 yr	162	54.51	56.78	56.50	56.79	0.000033	0.25	677.57	393.83	0.06
5381.209	50 yr	162	54.48	56.78	56.51	56.79	0.000024	0.21	762.06	415.95	0.05
5379.434	50 yr	162	55.00	56.78	56.47	56.79	0.000019	0.18	818.92	420.90	0.04
5377.895	50 yr	162	53.28	56.78	56.42	56.79	0.000017	0.19	858.94	424.56	0.04

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
5372.454	50 yr	162	52.50	56.78	56.34	56.79	0.000012	0.17	981.40	441.69	0.04
5361.567	50 yr	162	52.50	56.12	56.12	56.72	0.011894	3.45	46.94	38.68	1.00
5346.130	50 yr	162	52.50	55.49	55.49	55.49	0.000031	0.21	767.99	496.39	0.05
5319.545	50 yr	162	52.50	54.08	54.46	55.36	0.079682	5.02	32.36	69.25	2.28
5294.613	50 yr	162	52.50	53.96	53.85	54.26	0.008211	2.45	67.23	80.53	0.81
5238.065	50 yr	162	52.50	54.16	53.56	54.16	0.000027	0.20	829.79	552.45	0.05
5209.666	50 yr	162	52.46	53.65	53.65	54.12	0.012618	3.02	53.62	57.73	1.00
5169.699	50 yr	162	52.09	53.15	53.15	53.16	0.000314	0.43	378.27	510.97	0.16
5108.303	50 yr	162	51.55	52.54	52.69	53.04	0.042236	3.15	51.43	130.32	1.60
5039.317	50 yr	162	50.80	51.98	51.84	52.12	0.006931	1.66	97.73	167.15	0.69
5009.381	50 yr	162	50.52	51.64	51.58	51.85	0.011394	2.04	79.24	143.55	0.88
4971.389	50 yr	162	50.00	51.38	51.19	51.53	0.005813	1.67	97.23	144.43	0.65
4937.544	50 yr	162	49.91	50.93	50.93	51.22	0.014461	2.39	67.91	116.59	1.00
4888.142	50 yr	162	49.27	50.22	50.12	50.30	0.007404	1.31	124.06	319.79	0.67
4847.507	50 yr	162	48.71	49.68	49.68	49.85	0.017461	1.82	89.03	265.45	1.00
4802.749	50 yr	162	48.09	49.36	49.13	49.41	0.003047	1.00	161.62	318.24	0.45
4767.966	50 yr	162	47.50	49.02	48.99	49.21	0.012519	1.91	84.70	182.44	0.90
4728.866	50 yr	162	47.50	48.44	48.44	48.65	0.016195	2.03	79.96	191.74	1.00
4703.253	50 yr	162	47.38	48.30	48.09	48.38	0.004599	1.24	131.11	256.78	0.55
4671.654	50 yr	162	46.80	47.92	47.92	48.11	0.016709	1.94	83.66	219.86	1.00
4644.111	50 yr	162	46.30	47.45	47.46	47.65	0.017145	1.98	81.79	211.81	1.02
4609.932	50 yr	162	45.84	46.55	46.64	46.90	0.027826	2.63	61.57	149.97	1.31
4588.800	50 yr	162	45.23	45.88	45.98	46.28	0.030078	2.83	57.30	132.69	1.37
4519.230	50 yr	162	44.48	45.06	44.96	45.14	0.007200	1.31	123.38	309.50	0.66
4487.133	50 yr	162	44.21	44.78	44.71	44.88	0.009228	1.42	113.84	304.90	0.74
4458.554	50 yr	162	43.95	44.61	44.46	44.69	0.004941	1.19	135.98	297.45	0.56
4437.993	50 yr	162	43.70	44.33	44.31	44.52	0.013055	1.90	85.28	191.46	0.91
4416.474	50 yr	162	43.42	44.27	44.01	44.35	0.003640	1.30	124.90	190.48	0.51
4404.623	50 yr	162	43.29	44.00	44.00	44.26	0.015124	2.26	71.73	138.50	1.00
4389.983	50 yr	162	43.09	43.57	43.68	43.94	0.031486	2.70	60.08	154.43	1.38

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch.El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl. (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
4371.779	50 yr	162	42.84	43.30	43.31	43.46	0.020868	1.77	91.73	327.71	1.07
4352.981	50 yr	162	42.51	43.16	43.07	43.24	0.007092	1.27	127.80	334.12	0.65
4336.618	50 yr	162	42.50	43.13	42.88	43.17	0.002303	0.90	180.49	340.53	0.39
4321.678	50 yr	162	42.50	43.04	42.86	43.12	0.004506	1.26	129.01	242.93	0.55
4303.160	50 yr	162	42.33	42.92	42.81	43.02	0.006747	1.38	117.17	258.64	0.66
4264.890	50 yr	162	41.84	42.42	42.42	42.62	0.016335	2.00	80.96	199.21	1.00
4253.713	50 yr	162	41.70	42.33	42.22	42.42	0.007237	1.35	119.69	287.88	0.67
4230.285	50 yr	162	41.40	41.96	41.96	42.17	0.016309	2.02	80.02	193.17	1.00
4185.724	50 yr	162	40.69	41.43	41.36	41.58	0.009759	1.69	95.94	206.84	0.79
4155.648	50 yr	162	40.00	41.01	41.00	41.22	0.014598	2.00	80.80	182.08	0.96
4132.900	50 yr	162	40.00	40.81	40.70	40.96	0.007981	1.70	95.46	175.44	0.73
4106.058	50 yr	162	39.76	40.42	40.42	40.66	0.015393	2.17	74.78	156.00	1.00
4073.687	50 yr	162	39.19	40.10	39.88	40.22	0.005473	1.56	104.14	164.26	0.62
4064.961	50 yr	162	39.07	39.83	39.83	40.13	0.014494	2.40	67.39	114.65	1.00
4040.672	50 yr	162	38.54	39.27	39.36	39.67	0.023995	2.83	57.32	111.79	1.26
4017.166	50 yr	162	38.19	39.04	39.04	39.33	0.014668	2.38	68.04	118.54	1.00
3993.871	50 yr	162	37.79	38.39	38.51	38.80	0.037800	2.84	57.12	156.37	1.50
3982.334	50 yr	162	37.61	38.25	38.32	38.56	0.025646	2.47	65.57	165.06	1.25
3971.765	50 yr	162	37.50	38.32	38.15	38.42	0.005299	1.44	112.22	193.77	0.61
3934.458	50 yr	162	37.50	38.23	37.90	38.29	0.002145	1.05	153.57	215.05	0.40
3893.459	50 yr	162	36.95	37.88	37.88	38.09	0.016271	2.00	81.17	199.41	1.00
3844.166	50 yr	162	36.09	37.02	37.03	37.28	0.015999	2.27	71.43	143.25	1.03
3813.378	50 yr	162	35.56	36.55	36.57	36.81	0.016814	2.25	72.04	151.93	1.04
3763.352	50 yr	162	35.00	35.73	35.74	35.98	0.016345	2.23	72.70	152.19	1.03
3715.128	50 yr	162	34.71	35.36	35.25	35.44	0.004952	1.38	135.52	319.78	0.58
3674.350	50 yr	162	34.13	34.92	34.87	35.13	0.011414	2.02	80.22	149.08	0.88
3632.584	50 yr	162	33.51	34.31	34.31	34.58	0.015181	2.29	70.76	134.92	1.01
3580.157	50 yr	162	32.75	33.80	33.67	33.98	0.007725	1.85	87.46	138.06	0.74
3522.219	50 yr	162	32.50	33.54	33.66	33.66	0.003800	1.51	107.05	134.37	0.54
3492.942	50 yr	162	32.50	33.29	33.49	33.49	0.008376	1.97	82.10	125.15	0.78

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
3474.430	50 yr	162	31.84	32.99	32.99	33.28	0.014484	2.40	67.59	116.04	1.00
3448.762	50 yr	162	30.85	32.74	32.10	32.83	0.002127	1.33	122.26	121.16	0.42
3410.715	50 yr	162	30.00	32.77		32.79	0.000171	0.60	271.48	133.00	0.13
3258.885	50 yr	162	30.00	32.73		32.76	0.000232	0.74	219.26	98.67	0.16
3176.269	50 yr	162	30.00	32.70		32.74	0.000324	0.86	187.96	86.23	0.19
3108.312	50 yr	162	30.00	32.48		32.68	0.001728	1.96	82.85	37.91	0.42
3035.673	50 yr	162	30.00	32.38		32.55	0.001511	1.84	87.92	38.91	0.39
2963.679	50 yr	162	30.00	32.30		32.44	0.001320	1.69	95.65	43.64	0.37
2898.014	50 yr	162	30.00	32.23		32.36	0.001216	1.60	101.23	47.90	0.35
2803.195	50 yr	162	30.00	31.38	31.38	32.04	0.011441	3.60	44.97	34.02	1.00
2778.067	50 yr	162	29.74	30.87	31.05	31.64	0.022476	3.89	41.62	47.47	1.33
2771.975	50 yr	162	29.17	30.27	30.59	31.40	0.060285	4.82	35.38	71.79	2.04
2765.979	50 yr	162	28.56	29.83	30.24	31.07	0.046429	4.92	32.90	45.91	1.86
2764.932	50 yr	162	28.46	29.72	30.16	31.01	0.049320	5.04	32.17	45.42	1.91
2690.887	50 yr	162	25.00	27.61	26.50	27.76	0.001481	1.74	92.96	45.94	0.39
2569.136	50 yr	162	25.00	27.39		27.56	0.001851	1.82	89.16	48.61	0.43
2435.046	50 yr	162	25.00	27.13		27.30	0.002056	1.82	89.21	53.16	0.45
2324.879	50 yr	162	25.00	26.89		27.07	0.002153	1.88	86.36	50.53	0.46
2225.257	50 yr	162	25.00	26.27		26.67	0.007865	2.81	57.63	48.86	0.83
2198.155	50 yr	162	24.58	25.93	25.93	26.40	0.012396	3.04	53.31	56.75	1.00
2194.467	50 yr	162	23.91	25.31	25.60	26.28	0.038859	4.37	37.10	54.10	1.68
2169.068	50 yr	162	20.00	23.12	21.85	23.30	0.001496	1.85	87.40	39.23	0.40
2145.107	50 yr	162	20.00	23.06		23.26	0.001514	1.96	82.73	34.09	0.40
2067.130	50 yr	162	20.00	22.91		23.13	0.001908	2.07	78.41	35.70	0.45
2007.452	50 yr	162	20.00	22.88		23.02	0.001107	1.65	98.44	42.07	0.34
1927.459	50 yr	162	20.00	22.63		22.88	0.002461	2.21	73.45	37.09	0.50
1871.459	50 yr	162	20.00	22.65		22.76	0.000896	1.43	113.16	51.24	0.31
1707.810	50 yr	162	20.00	22.16		22.48	0.003441	2.51	64.61	34.25	0.58
1621.182	50 yr	162	20.00	22.08		22.23	0.001567	1.73	93.65	48.29	0.40
1554.802	50 yr	162	20.00	21.94		22.12	0.001948	1.86	87.28	47.25	0.44

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
1515.420	50 yr	162	20.00	21.29	21.29	21.92	0.011773	3.50	46.27	37.45	1.01
1504.749	50 yr	162	19.33	20.61	20.91	21.69	0.026621	4.59	35.27	35.42	1.47
1492.706	50 yr	162	17.09	18.27	19.03	21.01	0.078985	7.34	22.08	25.01	2.49
1472.926	50 yr	162	15.00	15.67	16.42	18.91	0.141767	7.97	20.32	31.53	3.17
1414.598	50 yr	162	15.00	17.02	16.18	17.19	0.001964	1.88	86.28	46.78	0.44
1360.353	50 yr	162	15.00	16.96	16.05	17.09	0.001464	1.56	103.55	59.87	0.38
1283.745	50 yr	162	15.00	16.95	15.77	17.00	0.000584	1.00	162.27	91.27	0.24
1259.806	50 yr	162	15.00	16.35	16.35	16.91	0.011676	3.33	48.79	43.52	1.00
1197.771	50 yr	162	14.99	16.01	15.66	16.13	0.003309	1.52	106.35	118.13	0.51
1190.791	50 yr	162	14.84	15.70	15.70	16.07	0.013398	2.69	60.14	80.96	1.00
1121.757	50 yr	162	13.29	13.95	14.13	14.56	0.040099	3.46	46.78	98.86	1.61
1095.992	50 yr	162	12.70	13.54	13.55	13.88	0.015058	2.60	62.27	96.79	1.04
932.527	50 yr	162	10.00	10.95	10.79	11.13	0.007226	1.85	87.49	131.42	0.72
903.702	50 yr	162	10.00	10.81	10.60	10.93	0.005299	1.57	102.98	156.50	0.62
887.606	50 yr	162	10.00	10.71	10.55	10.84	0.006111	1.60	101.51	168.06	0.66
874.708	50 yr	162	10.00	10.49	10.49	10.71	0.015899	2.08	77.70	176.48	1.00
742.532	50 yr	162	7.50	8.67	8.45	8.87	0.006437	1.95	83.05	105.74	0.70
687.063	50 yr	162	7.50	8.36	8.21	8.48	0.006646	1.53	106.12	199.99	0.67
658.018	50 yr	162	7.02	7.98	7.98	8.19	0.016241	1.99	81.52	202.14	1.00
586.300	50 yr	162	5.00	6.16	6.31	6.72	0.024782	3.33	48.59	76.08	1.33
532.574	50 yr	162	5.00	5.97	5.81	6.17	0.007422	1.98	81.67	112.84	0.74
489.779	50 yr	162	5.00	5.71	5.58	5.84	0.007157	1.59	101.70	190.08	0.70
479.452	50 yr	162	4.97	5.63	5.52	5.76	0.007870	1.61	100.45	197.89	0.72
460.821	50 yr	162	4.62	5.36	5.35	5.56	0.014941	1.95	82.98	198.53	0.96
444.005	50 yr	162	4.30	5.09	5.09	5.29	0.016338	2.00	80.88	199.11	1.00
422.906	50 yr	162	3.88	4.62	4.66	4.91	0.019858	2.38	68.17	150.32	1.13
409.168	50 yr	162	3.61	4.36	4.39	4.64	0.018383	2.36	68.50	143.60	1.09
355.748	50 yr	162	2.58	3.44	3.45	3.73	0.016025	2.39	67.76	126.08	1.04
307.635	50 yr	162	2.50	3.33	3.02	3.40	0.002892	1.16	139.31	211.58	0.46
254.975	50 yr	162	2.50	2.95	2.92	3.11	0.013014	1.79	90.48	222.20	0.90

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
10463.690	100 yr	183	116.59	117.51	117.71	118.33	0.025034	4.01	45.66	52.98	1.38
10416.990	100 yr	183	116.03	117.04	117.04	117.51	0.012686	3.04	60.24	63.78	1.00
10317.070	100 yr	183	115.00	116.61	115.98	116.77	0.002189	1.72	106.39	69.87	0.44
10265.830	100 yr	183	115.00	116.37	115.96	116.61	0.004057	2.18	84.10	61.58	0.59
10216.490	100 yr	183	114.14	115.69	115.69	116.25	0.012293	3.31	55.22	49.35	1.00
10126.830	100 yr	183	111.02	111.96	112.50	113.90	0.072956	6.17	29.67	40.33	2.30
10034.360	100 yr	183	110.00	111.58	111.11	111.85	0.003928	2.33	78.61	49.88	0.59
9968.220	100 yr	183	110.00	110.93	110.93	111.40	0.012886	3.04	60.28	64.71	1.00
9941.626	100 yr	183	109.01	109.64	109.95	110.70	0.059891	4.56	40.09	75.00	1.99
9928.255	100 yr	183	108.40	109.12	109.38	110.01	0.039118	4.19	43.66	67.21	1.66
9915.311	100 yr	183	107.83	108.58	108.85	109.52	0.036414	4.29	42.63	59.84	1.62
9860.339	100 yr	183	105.18	107.41	106.69	107.67	0.002742	2.24	81.70	41.18	0.51
9783.941	100 yr	183	105.00	107.28	106.27	107.48	0.001804	1.96	93.30	40.85	0.41
9700.998	100 yr	183	105.00	106.93	106.35	107.26	0.003779	2.55	71.85	37.29	0.59
9630.865	100 yr	183	104.99	106.19	106.19	106.79	0.012164	3.43	53.39	44.66	1.00
9625.306	100 yr	183	104.93	105.80	106.03	106.67	0.028518	4.13	44.27	54.16	1.46
9609.126	100 yr	183	104.59	105.26	105.51	106.09	0.043381	4.02	45.48	80.66	1.71
9531.599	100 yr	183	103.57	104.61	104.42	104.85	0.006328	2.16	84.69	89.44	0.71
9466.368	100 yr	183	102.80	103.80	103.79	104.27	0.012204	3.04	60.11	61.50	0.98
9400.948	100 yr	183	101.94	102.96	102.96	103.46	0.012515	3.13	58.54	58.51	1.00
9268.023	100 yr	183	100.16	101.81	101.29	102.04	0.003254	2.10	87.17	56.56	0.54
9231.575	100 yr	183	100.00	101.59	101.15	101.90	0.004289	2.44	74.95	47.10	0.62
9177.338	100 yr	183	99.89	101.00	101.00	101.50	0.012542	3.15	58.16	57.54	1.00
9100.127	100 yr	183	98.83	99.98	100.01	100.47	0.014100	3.11	58.79	65.13	1.05
9030.840	100 yr	183	97.87	98.94	98.99	99.44	0.015815	3.13	58.44	70.25	1.10
8967.224	100 yr	183	96.98	98.40	98.05	98.59	0.004072	1.97	92.81	80.30	0.59
8892.747	100 yr	183	96.19	97.51	97.51	98.07	0.012250	3.32	55.13	49.03	1.00
8844.410	100 yr	183	95.58	96.94	96.79	97.33	0.008192	2.79	65.61	56.24	0.82
8788.892	100 yr	183	94.98	96.18	96.18	96.76	0.012178	3.40	53.85	45.76	1.00
8690.490	100 yr	183	93.35	93.99	94.22	94.76	0.039629	3.89	47.06	82.24	1.64

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
8576.089	100 yr	183	91.41	92.72	92.72	93.28	0.012305	3.31	55.34	49.80	1.00
8459.736	100 yr	183	90.00	92.04	91.44	92.04	0.000051	0.29	702.49	529.99	0.07
8427.426	100 yr	183	90.00	92.04	91.33	92.04	0.000025	0.22	895.57	567.07	0.05
8404.767	100 yr	183	90.00	91.74	91.18	92.01	0.003403	2.30	79.59	45.63	0.56
8347.214	100 yr	183	89.55	91.07	91.07	91.65	0.012271	3.37	54.23	46.67	1.00
8233.952	100 yr	183	87.50	89.07	88.57	89.31	0.003529	2.20	83.06	53.02	0.56
8156.945	100 yr	183	86.93	88.24	88.24	88.82	0.012144	3.38	54.07	46.08	1.00
8134.357	100 yr	183	86.71	87.80	87.91	88.49	0.017168	3.66	49.98	49.56	1.16
8036.289	100 yr	183	85.41	86.92	86.33	87.09	0.002408	1.78	102.75	68.79	0.47
7929.268	100 yr	183	84.77	86.01	86.01	86.55	0.012480	3.25	56.38	52.73	1.00
7906.955	100 yr	183	84.38	85.88	85.61	86.19	0.005806	2.48	73.85	58.12	0.70
7893.535	100 yr	183	84.35	85.53	85.53	86.06	0.012442	3.23	56.59	53.09	1.00
7825.063	100 yr	183	83.22	84.58	84.32	84.91	0.005898	2.52	72.55	56.27	0.71
7741.713	100 yr	183	82.39	83.89	83.69	84.34	0.007532	2.99	61.30	43.51	0.80
7653.161	100 yr	183	81.37	82.82	82.82	83.49	0.012048	3.62	50.58	38.16	1.00
7534.907	100 yr	183	80.38	81.87	81.20	81.98	0.001782	1.51	121.09	83.41	0.40
7464.061	100 yr	183	80.00	81.46	81.10	81.77	0.004893	2.47	73.99	50.83	0.65
7435.845	100 yr	183	79.80	81.01	81.01	81.54	0.012415	3.22	56.75	53.46	1.00
7419.546	100 yr	183	79.35	80.87	80.59	81.20	0.005707	2.54	71.99	53.74	0.70
7403.483	100 yr	183	79.05	80.44	80.44	81.05	0.012053	3.46	52.86	43.15	1.00
7375.524	100 yr	183	78.32	79.30	79.63	80.45	0.036891	4.75	38.53	46.21	1.66
7315.770	100 yr	183	77.50	79.60	78.49	79.60	0.000006	0.11	1425.54	604.23	0.02
7225.180	100 yr	183	77.08	78.76	78.76	79.52	0.011976	3.87	47.24	30.95	1.00
7120.216	100 yr	183	75.00	75.67	76.08	77.07	0.058999	5.24	34.96	52.01	2.04
7039.605	100 yr	183	74.56	76.64	75.75	76.64	0.000002	0.05	2409.06	854.36	0.01
6988.998	100 yr	183	73.92	75.79	75.79	76.57	0.011949	3.89	47.00	30.40	1.00
6937.988	100 yr	183	72.50	73.98	74.43	75.52	0.034842	5.51	33.23	29.47	1.66
6868.847	100 yr	183	71.82	73.74	73.74	74.56	0.011850	4.02	45.47	27.59	1.00
6807.433	100 yr	183	71.06	74.15	73.15	74.15	0.000001	0.06	2454.48	836.42	0.01
6771.875	100 yr	183	70.83	73.19	73.19	74.06	0.011825	4.13	44.34	25.42	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
6715.019	100 yr	183	70.00	72.01	71.17	72.02	0.000009	0.13	1407.27	776.95	0.03
6654.375	100 yr	183	70.00	72.01	71.79	72.02	0.000003	0.07	1877.54	804.61	0.02
6576.627	100 yr	183	69.45	72.01	71.44	72.02	0.000001	0.04	2764.47	849.94	0.01
6531.502	100 yr	183	69.16	72.01	71.20	72.02	0.000001	0.04	3201.61	844.38	0.01
6521.647	100 yr	183	69.10	71.08	71.08	71.93	0.011892	4.09	44.71	26.23	1.00
6503.366	100 yr	183	68.57	69.45	69.96	71.35	0.095500	6.12	29.92	50.32	2.53
6479.418	100 yr	183	67.51	68.72	69.02	69.76	0.036311	4.53	40.38	51.59	1.64
6385.929	100 yr	183	65.06	66.81	66.91	67.38	0.016956	3.34	54.74	62.49	1.14
6228.886	100 yr	183	63.02	65.57	64.51	65.75	0.001604	1.86	98.38	43.00	0.39
6091.725	100 yr	183	62.50	65.43	64.45	65.53	0.001208	1.41	129.98	76.90	0.35
6065.857	100 yr	183	63.54	65.50	65.37	65.50	0.000024	0.16	627.04	232.42	0.05
6015.255	100 yr	183	63.50	65.50	65.50	65.50	0.000006	0.08	1023.76	272.97	0.02
5905.684	100 yr	183	60.00	63.29	61.33	63.36	0.000471	1.11	165.45	65.94	0.22
5873.318	100 yr	183	60.00	63.34	61.32	63.34	0.000010	0.19	1053.49	425.60	0.03
5819.849	100 yr	183	60.00	63.34	60.88	63.34	0.000006	0.15	1232.62	439.02	0.03
5756.550	100 yr	183	60.00	63.34	61.10	63.34	0.000006	0.16	1151.45	375.76	0.03
5703.374	100 yr	183	60.00	63.33	61.33	63.34	0.000009	0.18	958.43	313.19	0.03
5658.531	100 yr	183	60.00	63.08	61.85	63.31	0.001756	2.14	85.69	34.62	0.43
5591.643	100 yr	183	60.00	61.85	61.85	62.70	0.011240	4.09	44.74	26.27	1.00
5572.548	100 yr	183	60.00	61.29	61.57	62.38	0.022209	4.62	39.57	33.51	1.36
5557.902	100 yr	183	59.79	61.37	61.40	62.07	0.011789	3.71	49.88	39.45	1.02
5546.559	100 yr	183	59.26	60.27	60.71	61.73	0.060409	5.35	34.20	50.71	2.08
5522.741	100 yr	183	58.24	59.48	59.82	60.53	0.035175	4.54	40.27	50.56	1.63
5469.971	100 yr	183	56.08	58.51	58.68	59.34	0.013934	4.28	47.17	40.71	1.10
5430.150	100 yr	183	55.00	57.24	56.57	57.25	0.000096	0.45	404.95	201.89	0.10
5386.918	100 yr	183	54.59	57.24	56.61	57.24	0.000032	0.28	663.11	312.03	0.06
5382.867	100 yr	183	54.51	57.24	56.50	57.24	0.000020	0.22	859.59	407.61	0.05
5381.209	100 yr	183	54.48	57.24	56.51	57.24	0.000015	0.19	952.69	421.63	0.04
5379.434	100 yr	183	55.00	57.24	56.51	57.24	0.000012	0.17	1011.70	426.21	0.04
5377.895	100 yr	183	53.28	56.53	56.53	57.18	0.011607	3.57	51.28	39.46	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
5372.454	100 yr	183	52.50	56.47	56.48	57.12	0.011291	3.59	51.03	38.11	0.99
5361.567	100 yr	183	52.50	56.02	56.19	56.94	0.019649	4.25	43.06	37.91	1.27
5346.130	100 yr	183	52.50	55.49	55.49	55.49	0.000039	0.24	767.99	496.39	0.06
5319.545	100 yr	183	52.50	54.15	54.52	55.37	0.062405	4.89	37.83	72.33	2.06
5294.613	100 yr	183	52.50	54.09	53.92	54.38	0.006720	2.41	77.86	84.65	0.75
5238.065	100 yr	183	52.50	54.28	53.64	54.29	0.000026	0.20	897.26	559.25	0.05
5209.666	100 yr	183	52.46	53.73	53.73	54.23	0.012183	3.14	58.41	59.38	0.99
5169.699	100 yr	183	52.09	53.15	53.15	53.16	0.000401	0.49	378.27	510.97	0.18
5108.303	100 yr	183	51.55	52.64	52.73	53.05	0.025889	2.83	64.67	133.24	1.30
5039.317	100 yr	183	50.80	52.03	51.88	52.18	0.006889	1.72	106.28	170.89	0.70
5009.381	100 yr	183	50.52	51.69	51.63	51.91	0.011064	2.11	86.93	147.44	0.88
4971.389	100 yr	183	50.00	51.44	51.24	51.60	0.005775	1.73	105.96	148.39	0.65
4937.544	100 yr	183	49.91	50.98	50.98	51.29	0.014181	2.45	74.59	120.96	1.00
4888.142	100 yr	183	49.27	50.25	50.15	50.34	0.007400	1.37	133.82	321.74	0.68
4847.507	100 yr	183	48.71	49.72	49.72	49.90	0.017032	1.86	98.35	278.37	1.00
4802.749	100 yr	183	48.09	49.41	49.16	49.46	0.002924	1.03	177.21	323.48	0.45
4767.966	100 yr	183	47.50	49.06	49.03	49.26	0.012797	2.00	91.39	186.81	0.91
4728.866	100 yr	183	47.50	48.48	48.48	48.70	0.015854	2.08	88.10	200.29	1.00
4703.253	100 yr	183	47.38	48.34	48.12	48.42	0.004624	1.29	141.90	263.33	0.56
4671.654	100 yr	183	46.80	47.96	47.96	48.16	0.016279	2.00	91.57	225.03	1.00
4644.111	100 yr	183	46.30	47.48	47.49	47.70	0.017355	2.08	88.14	214.62	1.03
4609.932	100 yr	183	45.84	46.59	46.68	46.96	0.026575	2.69	68.10	155.19	1.29
4588.800	100 yr	183	45.23	45.91	46.03	46.35	0.030190	2.95	61.98	134.83	1.39
4519.230	100 yr	183	44.48	45.09	44.99	45.18	0.007253	1.38	132.62	310.41	0.67
4487.133	100 yr	183	44.21	44.81	44.74	44.93	0.008921	1.47	124.17	307.60	0.74
4458.554	100 yr	183	43.95	44.65	44.49	44.73	0.004800	1.23	148.25	300.82	0.56
4437.993	100 yr	183	43.70	44.39	44.34	44.58	0.011578	1.91	95.73	194.52	0.87
4416.474	100 yr	183	43.42	44.33	44.05	44.42	0.003566	1.34	136.16	193.86	0.51
4404.623	100 yr	183	43.29	44.05	44.05	44.33	0.014751	2.34	78.36	141.22	1.00
4389.983	100 yr	183	43.09	43.60	43.72	44.00	0.032929	2.79	65.58	165.56	1.42

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
4371.779	100 yr	183	42.84	43.34	43.34	43.50	0.017062	1.74	104.96	328.65	0.98
4352.981	100 yr	183	42.51	43.20	43.09	43.29	0.006477	1.29	141.43	334.92	0.64
4336.618	100 yr	183	42.50	43.17	42.91	43.22	0.002272	0.94	195.16	341.32	0.40
4321.678	100 yr	183	42.50	43.08	42.89	43.17	0.004610	1.33	137.97	243.44	0.56
4303.160	100 yr	183	42.33	42.96	42.84	43.06	0.006684	1.45	126.50	259.09	0.66
4264.890	100 yr	183	41.84	42.46	42.46	42.68	0.015865	2.06	88.71	203.96	1.00
4253.713	100 yr	183	41.70	42.37	42.25	42.47	0.006949	1.39	131.24	292.76	0.66
4230.285	100 yr	183	41.40	41.99	41.99	42.22	0.015950	2.09	87.52	197.91	1.00
4185.724	100 yr	183	40.69	41.47	41.39	41.63	0.009790	1.76	104.08	211.67	0.80
4155.648	100 yr	183	40.00	41.05	41.04	41.27	0.014174	2.06	88.73	187.38	0.96
4132.900	100 yr	183	40.00	40.86	40.74	41.02	0.007976	1.77	103.54	178.94	0.74
4106.058	100 yr	183	39.76	40.46	40.46	40.72	0.015059	2.24	81.70	159.40	1.00
4073.687	100 yr	183	39.19	40.16	39.93	40.29	0.005180	1.58	115.57	170.25	0.61
4064.961	100 yr	183	39.07	39.89	39.89	40.20	0.014131	2.49	73.57	116.67	1.00
4040.672	100 yr	183	38.54	39.31	39.42	39.75	0.024421	2.94	62.17	115.54	1.28
4017.166	100 yr	183	38.19	39.10	39.10	39.40	0.014233	2.44	74.94	122.87	1.00
3993.871	100 yr	183	37.79	38.41	38.55	38.87	0.039259	3.00	61.04	158.16	1.54
3982.334	100 yr	183	37.61	38.30	38.36	38.61	0.023134	2.49	73.59	169.73	1.21
3971.765	100 yr	183	37.50	38.37	38.18	38.48	0.005230	1.50	121.64	195.40	0.61
3934.458	100 yr	183	37.50	38.28	37.93	38.34	0.002208	1.12	164.04	215.76	0.41
3893.459	100 yr	183	36.95	37.92	37.92	38.14	0.015858	2.08	88.13	200.13	1.00
3844.166	100 yr	183	36.09	37.06	37.08	37.35	0.015905	2.36	77.50	145.61	1.03
3813.378	100 yr	183	35.56	36.61	36.61	36.87	0.015429	2.28	80.15	154.87	1.01
3763.352	100 yr	183	35.00	35.75	35.78	36.04	0.017705	2.39	76.70	153.83	1.08
3715.128	100 yr	183	34.71	35.41	35.27	35.49	0.004512	1.39	150.63	321.51	0.56
3674.350	100 yr	183	34.13	34.97	34.92	35.19	0.011492	2.10	87.33	154.28	0.89
3632.584	100 yr	183	33.51	34.36	34.36	34.64	0.014914	2.35	77.82	140.62	1.01
3580.157	100 yr	183	32.75	33.87	33.72	34.05	0.007476	1.89	96.72	144.27	0.74
3522.219	100 yr	183	32.50	33.60	33.73	33.73	0.003878	1.58	115.76	138.15	0.55
3492.942	100 yr	183	32.50	33.35	33.56	33.56	0.008384	2.05	89.16	128.18	0.79

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
3474.430	100 yr	183	31.84	33.04	33.04	33.35	0.014090	2.48	73.76	117.76	1.00
3448.762	100 yr	183	30.85	32.93	32.18	33.01	0.001617	1.25	146.01	128.02	0.37
3410.715	100 yr	183	30.00	32.96		32.98	0.000170	0.62	296.38	137.52	0.13
3258.885	100 yr	183	30.00	32.92		32.95	0.000235	0.77	237.53	101.12	0.16
3176.269	100 yr	183	30.00	32.88		32.92	0.000327	0.90	203.85	88.59	0.19
3108.312	100 yr	183	30.00	32.65		32.86	0.001774	2.06	89.05	38.51	0.43
3035.673	100 yr	183	30.00	32.54		32.73	0.001555	1.94	94.15	39.17	0.40
2963.679	100 yr	183	30.00	32.46		32.62	0.001349	1.78	102.65	43.93	0.37
2898.014	100 yr	183	30.00	32.39		32.53	0.001230	1.68	108.93	48.24	0.36
2803.195	100 yr	183	30.00	31.49	31.49	32.21	0.011314	3.76	48.72	34.25	1.01
2778.067	100 yr	183	29.74	30.92	31.14	31.80	0.023684	4.14	44.16	47.64	1.37
2771.975	100 yr	183	29.17	30.31	30.66	31.54	0.060891	5.06	38.08	71.95	2.07
2765.979	100 yr	183	28.56	29.90	30.31	31.21	0.046228	5.08	36.05	47.90	1.87
2764.932	100 yr	183	28.46	29.79	30.24	31.16	0.048978	5.19	35.29	47.42	1.92
2690.887	100 yr	183	25.00	27.76	26.62	27.93	0.001534	1.83	99.78	46.86	0.40
2569.136	100 yr	183	25.00	27.53		27.72	0.001912	1.90	96.06	49.95	0.44
2435.046	100 yr	183	25.00	27.27		27.45	0.002100	1.90	96.42	54.61	0.46
2324.879	100 yr	183	25.00	27.01		27.21	0.002212	1.98	92.66	51.16	0.47
2225.257	100 yr	183	25.00	26.34	26.22	26.80	0.008413	3.00	60.96	49.24	0.86
2198.155	100 yr	183	24.58	26.02	26.02	26.52	0.012084	3.15	58.01	57.24	1.00
2194.467	100 yr	183	23.91	25.37	25.67	26.40	0.036522	4.49	40.79	54.51	1.66
2169.068	100 yr	183	20.00	23.31	21.98	23.50	0.001515	1.93	94.75	40.33	0.40
2145.107	100 yr	183	20.00	23.24		23.46	0.001576	2.06	88.86	34.94	0.41
2067.130	100 yr	183	20.00	23.08		23.32	0.001958	2.16	84.68	36.72	0.45
2007.452	100 yr	183	20.00	23.05		23.21	0.001142	1.73	105.90	43.01	0.35
1927.459	100 yr	183	20.00	22.79		23.06	0.002499	2.30	79.64	38.23	0.51
1871.459	100 yr	183	20.00	22.82		22.94	0.000917	1.50	121.99	52.34	0.31
1707.810	100 yr	183	20.00	22.29		22.65	0.003551	2.64	69.34	34.79	0.60
1621.182	100 yr	183	20.00	22.23		22.40	0.001592	1.82	100.72	48.76	0.40
1554.802	100 yr	183	20.00	22.08		22.28	0.001961	1.95	94.04	47.56	0.44

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
1515.420	100 yr	183	20.00	21.40	21.40	22.07	0.011510	3.64	50.31	37.72	1.01
1504.749	100 yr	183	19.33	20.71	21.02	21.85	0.025241	4.73	38.69	35.64	1.45
1492.706	100 yr	183	17.09	18.36	19.17	21.20	0.073791	7.46	24.54	25.76	2.44
1472.926	100 yr	183	15.00	15.73	16.54	19.20	0.136240	8.25	22.19	31.74	3.15
1414.598	100 yr	183	15.00	17.15	16.28	17.35	0.002022	1.98	92.47	47.29	0.45
1360.353	100 yr	183	15.00	17.10	16.14	17.23	0.001483	1.64	111.70	60.85	0.39
1283.745	100 yr	183	15.00	17.09	15.83	17.14	0.000589	1.05	175.07	92.38	0.24
1259.806	100 yr	183	15.00	16.45	16.45	17.05	0.011328	3.43	53.53	44.68	1.00
1197.771	100 yr	183	14.99	16.10	15.71	16.23	0.003177	1.56	117.00	121.11	0.51
1190.791	100 yr	183	14.84	15.76	15.76	16.16	0.013129	2.81	65.12	80.96	1.00
1121.757	100 yr	183	13.29	13.98	14.19	14.65	0.041128	3.63	50.38	101.01	1.64
1095.992	100 yr	183	12.70	13.59	13.61	13.96	0.014998	2.71	67.54	98.43	1.04
932.527	100 yr	183	10.00	11.00	10.85	11.19	0.007439	1.94	94.26	134.78	0.74
903.702	100 yr	183	10.00	10.86	10.65	11.00	0.005515	1.66	110.40	159.88	0.64
887.606	100 yr	183	10.00	10.76	10.59	10.90	0.006358	1.68	108.70	171.10	0.67
874.708	100 yr	183	10.00	10.53	10.53	10.77	0.015448	2.16	84.89	179.47	1.00
742.532	100 yr	183	7.50	8.73	8.52	8.94	0.006983	2.06	89.04	111.42	0.73
687.063	100 yr	183	7.50	8.41	8.26	8.53	0.006813	1.59	114.89	206.98	0.68
658.018	100 yr	183	7.02	8.02	8.02	8.24	0.016031	2.05	89.41	210.04	1.00
586.300	100 yr	183	5.00	6.23	6.39	6.81	0.023816	3.38	54.15	80.62	1.32
532.574	100 yr	183	5.00	6.02	5.88	6.24	0.007944	2.10	87.04	115.99	0.77
489.779	100 yr	183	5.00	5.75	5.62	5.89	0.007265	1.66	109.95	194.60	0.71
479.452	100 yr	183	4.97	5.67	5.56	5.81	0.007860	1.67	109.25	203.17	0.73
460.821	100 yr	183	4.62	5.39	5.39	5.61	0.015335	2.05	89.18	201.89	0.99
444.005	100 yr	183	4.30	5.13	5.13	5.34	0.015926	2.08	88.18	201.95	1.00
422.906	100 yr	183	3.88	4.66	4.71	4.97	0.019344	2.45	74.73	154.47	1.12
409.168	100 yr	183	3.61	4.40	4.43	4.70	0.018496	2.46	74.34	147.43	1.11
355.748	100 yr	183	2.58	3.49	3.51	3.79	0.015761	2.45	74.58	131.79	1.04
307.635	100 yr	183	2.50	3.38	3.06	3.45	0.002998	1.22	149.57	216.20	0.47
254.975	100 yr	183	2.50	2.98	2.95	3.16	0.013012	1.87	97.84	225.01	0.91

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El. (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
10463.690	500 yr	231	116.59	117.64	117.89	118.62	0.025032	4.39	52.61	52.98	1.41
10416.990	500 yr	231	116.03	117.15	117.20	117.76	0.014236	3.45	67.00	63.78	1.07
10317.070	500 yr	231	115.00	116.85	116.13	117.03	0.002159	1.88	123.18	69.87	0.45
10265.830	500 yr	231	115.00	116.60	116.13	116.88	0.003865	2.35	98.41	61.58	0.59
10216.490	500 yr	231	114.14	115.88	115.88	116.53	0.011714	3.57	64.62	49.35	1.00
10126.830	500 yr	231	111.02	112.10	112.72	114.29	0.066542	6.57	35.16	40.33	2.25
10034.360	500 yr	231	110.00	111.76	111.29	112.11	0.004401	2.64	87.61	49.88	0.64
9968.220	500 yr	231	110.00	111.09	111.09	111.64	0.012232	3.27	70.55	64.71	1.00
9941.626	500 yr	231	109.01	109.73	110.09	110.96	0.056254	4.91	47.02	75.00	1.98
9928.255	500 yr	231	108.40	109.21	109.53	110.29	0.039420	4.61	50.15	67.21	1.70
9915.311	500 yr	231	107.83	108.69	109.01	109.81	0.035667	4.68	49.40	59.84	1.64
9860.339	500 yr	231	105.18	107.71	106.90	108.02	0.002768	2.45	94.20	41.18	0.52
9783.941	500 yr	231	105.00	107.58	106.48	107.83	0.001945	2.19	105.45	40.85	0.44
9700.998	500 yr	231	105.00	107.16	106.58	107.58	0.004157	2.86	80.66	37.29	0.62
9630.865	500 yr	231	104.99	106.39	106.39	107.09	0.011711	3.71	62.31	44.66	1.00
9625.306	500 yr	231	104.93	105.92	106.21	106.96	0.028196	4.51	51.18	54.16	1.48
9609.126	500 yr	231	104.59	105.33	105.64	106.38	0.047389	4.53	50.97	80.66	1.82
9531.599	500 yr	231	103.57	104.80	104.55	105.06	0.005620	2.29	101.08	89.44	0.69
9466.368	500 yr	231	102.80	103.95	103.95	104.51	0.012171	3.33	69.31	61.50	1.00
9400.948	500 yr	231	101.94	103.12	103.13	103.71	0.012290	3.41	67.83	58.51	1.01
9268.023	500 yr	231	100.16	102.05	101.47	102.32	0.003241	2.29	100.68	56.56	0.55
9231.575	500 yr	231	100.00	101.78	101.35	102.17	0.004738	2.75	83.91	47.10	0.66
9177.338	500 yr	231	99.89	101.17	101.17	101.76	0.012045	3.40	67.86	57.54	1.00
9100.127	500 yr	231	98.83	100.09	100.17	100.71	0.015293	3.50	66.06	65.13	1.11
9030.840	500 yr	231	97.87	99.09	99.14	99.66	0.014713	3.36	68.80	70.25	1.08
8967.224	500 yr	231	96.98	98.62	98.19	98.84	0.003609	2.08	110.91	80.30	0.57
8892.747	500 yr	231	96.19	97.70	97.70	98.35	0.011768	3.59	64.35	49.03	1.00
8844.410	500 yr	231	95.58	96.79	96.97	97.61	0.019898	4.00	57.70	56.24	1.26
8788.892	500 yr	231	94.98	96.37	96.37	97.06	0.011701	3.67	62.88	45.76	1.00
8690.490	500 yr	231	93.35	94.06	94.35	95.04	0.043282	4.38	52.75	82.24	1.75

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
8576.089	500 yr	231	91.41	92.91	92.91	93.56	0.011688	3.56	64.82	49.80	1.00
8459.736	500 yr	231	90.00	92.01	91.65	92.02	0.000087	0.37	686.35	526.44	0.09
8427.426	500 yr	231	90.00	92.01	91.55	92.01	0.000042	0.28	878.24	563.52	0.06
8404.767	500 yr	231	90.00	92.01	91.38	92.01	0.000025	0.22	1045.90	598.02	0.05
8347.214	500 yr	231	89.55	91.26	91.26	91.94	0.011796	3.65	63.31	46.67	1.00
8233.952	500 yr	231	87.50	89.31	88.75	89.61	0.003503	2.40	96.06	53.02	0.57
8156.945	500 yr	231	86.93	88.43	88.43	89.12	0.011740	3.67	63.01	46.08	1.00
8134.357	500 yr	231	86.71	87.95	88.10	88.78	0.017598	4.04	57.18	49.56	1.20
8036.289	500 yr	231	85.41	87.16	86.48	87.35	0.002384	1.94	118.83	68.79	0.47
7929.268	500 yr	231	84.77	86.20	86.20	86.82	0.011880	3.50	65.98	52.73	1.00
7906.955	500 yr	231	84.38	86.09	85.78	86.46	0.005531	2.67	86.41	58.12	0.70
7893.535	500 yr	231	84.35	85.70	85.70	86.33	0.011955	3.50	66.04	53.09	1.00
7825.063	500 yr	231	83.22	84.82	84.49	85.19	0.005396	2.69	85.96	56.27	0.69
7741.713	500 yr	231	82.39	84.12	83.90	84.65	0.007317	3.24	71.39	43.51	0.81
7653.161	500 yr	231	81.37	83.05	83.05	83.82	0.011597	3.91	59.09	38.16	1.00
7534.907	500 yr	231	80.38	82.12	81.34	82.26	0.001669	1.62	142.35	83.41	0.40
7464.061	500 yr	231	80.00	81.65	81.28	82.04	0.005138	2.75	84.10	50.83	0.68
7435.845	500 yr	231	79.80	81.18	81.18	81.80	0.011916	3.49	66.24	53.46	1.00
7419.546	500 yr	231	79.35	81.14	80.77	81.51	0.005001	2.67	86.46	53.74	0.67
7403.483	500 yr	231	79.05	80.64	80.64	81.35	0.011624	3.75	61.68	43.15	1.00
7375.524	500 yr	231	78.32	79.44	79.83	80.77	0.034645	5.10	45.26	46.21	1.65
7315.770	500 yr	231	77.50	78.58	78.66	79.25	0.015305	3.63	63.57	58.83	1.12
7225.180	500 yr	231	77.08	79.00	79.00	79.00	0.000003	0.07	2171.20	723.71	0.02
7120.216	500 yr	231	75.00	77.05	76.26	77.05	0.000004	0.09	1955.60	752.98	0.02
7039.605	500 yr	231	74.56	77.05	75.90	77.05	0.000002	0.06	2754.87	863.21	0.01
6988.998	500 yr	231	73.92	76.05	76.05	76.96	0.011632	4.21	54.82	30.40	1.00
6937.988	500 yr	231	72.50	74.18	74.69	75.94	0.032404	5.88	39.25	29.47	1.63
6868.847	500 yr	231	71.82	74.60	74.02	74.60	0.000003	0.08	2308.77	864.50	0.02
6807.433	500 yr	231	71.06	74.60	73.44	74.60	0.000002	0.07	2835.96	845.80	0.01
6771.875	500 yr	231	70.83	73.48	73.48	74.50	0.011572	4.47	51.73	25.42	1.00

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
6715.019	500 yr	231	70.00	72.46	71.37	72.46	0.000007	0.13	1761.63	815.78	0.03
6654.375	500 yr	231	70.00	72.46	72.00	72.46	0.000003	0.08	2239.62	826.81	0.02
6576.627	500 yr	231	69.45	72.46	71.72	72.46	0.000001	0.05	3146.09	869.04	0.01
6531.502	500 yr	231	69.16	72.46	71.48	72.46	0.000001	0.04	3582.13	870.40	0.01
6521.647	500 yr	231	69.10	71.36	71.36	72.36	0.011580	4.42	52.23	26.23	1.00
6503.366	500 yr	231	68.57	69.55	70.14	71.78	0.091396	6.62	34.92	50.32	2.54
6479.418	500 yr	231	67.51	68.81	69.20	70.13	0.039164	5.08	45.46	51.59	1.73
6385.929	500 yr	231	65.06	66.97	67.00	67.61	0.017081	3.55	65.01	68.10	1.16
6228.886	500 yr	231	63.02	65.62	64.71	65.89	0.002370	2.29	100.73	43.00	0.48
6091.725	500 yr	231	62.50	65.39	64.64	65.56	0.002112	1.83	126.41	76.86	0.46
6065.857	500 yr	231	63.54	65.50	65.37	65.50	0.000039	0.20	626.84	232.42	0.06
6015.255	500 yr	231	63.50	65.50	65.50	65.50	0.000009	0.10	1023.76	272.97	0.03
5905.684	500 yr	231	60.00	63.77	61.54	63.84	0.000454	1.17	197.75	70.46	0.22
5873.318	500 yr	231	60.00	63.81	61.52	63.82	0.000009	0.20	1262.25	446.77	0.03
5819.849	500 yr	231	60.00	63.81	61.02	63.82	0.000006	0.17	1446.02	452.74	0.03
5756.550	500 yr	231	60.00	63.81	61.29	63.82	0.000006	0.17	1332.62	381.40	0.03
5703.374	500 yr	231	60.00	63.81	61.55	63.81	0.000009	0.20	1109.16	316.88	0.03
5658.531	500 yr	231	60.00	63.52	62.13	63.79	0.001706	2.28	101.43	36.26	0.43
5591.643	500 yr	231	60.00	62.14	62.14	63.12	0.010881	4.38	52.69	26.93	1.00
5572.548	500 yr	231	60.00	62.41	61.82	62.49	0.000642	1.22	191.38	87.88	0.26
5557.902	500 yr	231	59.79	61.64	61.64	62.39	0.010173	3.87	60.83	41.23	0.97
5546.559	500 yr	231	59.26	60.39	60.89	62.07	0.057806	5.74	40.21	51.75	2.08
5522.741	500 yr	231	58.24	59.60	60.01	60.85	0.037124	4.95	46.71	53.72	1.69
5469.971	500 yr	231	56.08	58.75	58.90	59.65	0.012928	4.50	57.12	43.79	1.08
5430.150	500 yr	231	55.00	57.73	56.79	57.74	0.000076	0.46	506.30	208.47	0.09
5386.918	500 yr	231	54.59	56.87	56.87	57.65	0.010381	3.94	59.35	39.42	0.98
5382.867	500 yr	231	54.51	56.59	56.50	56.60	0.000098	0.40	601.00	390.05	0.10
5381.209	500 yr	231	54.48	56.59	56.51	56.60	0.000072	0.34	681.33	413.50	0.08
5379.434	500 yr	231	55.00	56.59	56.51	56.59	0.000054	0.28	737.33	418.63	0.07
5377.895	500 yr	231	53.28	56.59	56.59	56.59	0.000049	0.30	776.73	422.29	0.07

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
5372.454	500 yr	231	52.50	56.48	56.48	56.48	0.000038	0.27	848.04	435.94	0.06
5361.567	500 yr	231	52.50	56.19	56.19	56.19	0.000037	0.26	884.92	475.44	0.06
5346.130	500 yr	231	52.50	55.49	55.49	55.49	0.000062	0.30	767.99	496.39	0.08
5319.545	500 yr	231	52.50	54.34	54.67	55.38	0.037100	4.56	52.27	79.73	1.67
5294.613	500 yr	231	52.50	54.35	54.07	54.63	0.004880	2.38	101.85	94.61	0.66
5238.065	500 yr	231	52.50	54.54	53.80	54.54	0.000026	0.22	1043.03	574.82	0.05
5209.666	500 yr	231	52.46	53.91	53.91	54.48	0.011213	3.35	69.49	63.05	0.98
5169.699	500 yr	231	52.09	53.25	53.15	53.27	0.000422	0.54	430.77	518.10	0.18
5108.303	500 yr	231	51.55	52.83	52.83	53.16	0.013891	2.54	91.12	138.64	1.00
5039.317	500 yr	231	50.80	52.13	51.97	52.31	0.006807	1.85	124.83	178.47	0.71
5009.381	500 yr	231	50.52	51.80	51.73	52.05	0.010361	2.22	104.15	155.40	0.86
4971.389	500 yr	231	50.00	51.57	51.35	51.74	0.005718	1.84	125.22	157.60	0.66
4937.544	500 yr	231	49.91	51.10	51.10	51.44	0.013721	2.59	89.17	129.99	1.00
4888.142	500 yr	231	49.27	50.31	50.20	50.42	0.007479	1.50	153.85	325.73	0.70
4847.507	500 yr	231	48.71	49.79	49.79	49.98	0.016662	1.96	117.88	303.66	1.00
4802.749	500 yr	231	48.09	49.52	49.22	49.58	0.002683	1.09	212.33	335.91	0.44
4767.966	500 yr	231	47.50	49.12	49.11	49.38	0.013868	2.24	103.12	198.41	0.97
4728.866	500 yr	231	47.50	48.57	48.57	48.81	0.014790	2.19	105.76	224.30	0.99
4703.253	500 yr	231	47.38	48.42	48.21	48.52	0.004652	1.42	163.28	270.55	0.57
4671.654	500 yr	231	46.80	48.03	48.03	48.26	0.015319	2.12	108.89	233.75	0.99
4644.111	500 yr	231	46.30	47.54	47.57	47.81	0.017901	2.27	101.66	221.26	1.07
4609.932	500 yr	231	45.84	46.68	46.77	47.08	0.024450	2.81	82.28	164.89	1.27
4588.800	500 yr	231	45.23	45.99	46.13	46.50	0.029711	3.18	72.63	139.58	1.41
4519.230	500 yr	231	44.48	45.15	45.04	45.27	0.007467	1.52	151.56	312.27	0.70
4487.133	500 yr	231	44.21	44.89	44.80	45.01	0.008203	1.57	147.60	313.64	0.73
4458.554	500 yr	231	43.95	44.75	44.55	44.84	0.004389	1.31	176.93	308.55	0.55
4437.993	500 yr	231	43.70	44.51	44.42	44.70	0.009366	1.94	118.91	201.13	0.81
4416.474	500 yr	231	43.42	44.45	44.13	44.56	0.003430	1.44	160.78	201.05	0.51
4404.623	500 yr	231	43.29	44.15	44.15	44.46	0.014156	2.49	92.71	148.85	1.00
4389.983	500 yr	231	43.09	43.66	43.80	44.14	0.035587	3.05	75.85	178.02	1.49

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
4371.779	500 yr	231	42.84	43.37	43.39	43.58	0.020284	2.01	114.70	329.34	1.09
4352.981	500 yr	231	42.51	43.29	43.14	43.38	0.005551	1.35	170.72	336.63	0.61
4336.618	500 yr	231	42.50	43.26	42.96	43.32	0.002225	1.02	226.32	343.00	0.40
4321.678	500 yr	231	42.50	43.15	42.96	43.26	0.004842	1.47	156.64	244.49	0.59
4303.160	500 yr	231	42.33	43.03	42.90	43.16	0.006784	1.59	145.05	259.98	0.68
4264.890	500 yr	231	41.84	42.57	42.57	42.77	0.016299	1.98	116.86	292.40	1.00
4253.713	500 yr	231	41.70	42.45	42.31	42.56	0.006500	1.48	156.13	303.02	0.66
4230.285	500 yr	231	41.40	42.08	42.08	42.33	0.014937	2.20	104.81	208.45	0.99
4185.724	500 yr	231	40.69	41.55	41.48	41.74	0.009931	1.90	121.39	221.59	0.82
4155.648	500 yr	231	40.00	41.15	41.12	41.39	0.013320	2.17	106.44	198.73	0.95
4132.900	500 yr	231	40.00	40.95	40.83	41.14	0.007953	1.91	121.15	186.35	0.75
4106.058	500 yr	231	39.76	40.56	40.56	40.85	0.014444	2.39	96.72	166.07	1.00
4073.687	500 yr	231	39.19	40.31	40.04	40.45	0.004668	1.64	141.14	182.94	0.59
4064.961	500 yr	231	39.07	40.01	40.01	40.36	0.013394	2.64	87.70	136.42	0.99
4040.672	500 yr	231	38.54	39.40	39.53	39.91	0.024816	3.16	73.03	123.28	1.31
4017.166	500 yr	231	38.19	39.21	39.21	39.55	0.013820	2.57	89.76	132.98	1.00
3993.871	500 yr	231	37.79	38.47	38.64	39.02	0.039918	3.27	70.60	162.43	1.58
3982.334	500 yr	231	37.61	38.39	38.44	38.73	0.019230	2.55	90.52	174.78	1.13
3971.765	500 yr	231	37.50	38.47	38.26	38.60	0.005119	1.63	141.79	198.84	0.62
3934.458	500 yr	231	37.50	38.38	38.01	38.46	0.002323	1.24	186.35	217.29	0.43
3893.459	500 yr	231	36.95	37.99	37.99	38.25	0.015064	2.24	103.26	201.68	1.00
3844.166	500 yr	231	36.09	37.15	37.17	37.48	0.015649	2.54	90.80	150.64	1.05
3813.378	500 yr	231	35.56	36.69	36.70	37.00	0.015422	2.48	93.30	159.51	1.03
3763.352	500 yr	231	35.00	35.83	35.87	36.18	0.017586	2.60	88.98	156.35	1.10
3715.128	500 yr	231	34.71	35.50	35.33	35.58	0.004139	1.45	179.02	324.75	0.55
3674.350	500 yr	231	34.13	35.07	35.07	35.31	0.010497	2.20	110.86	270.52	0.87
3632.584	500 yr	231	33.51	34.45	34.47	34.78	0.015336	2.53	91.28	150.91	1.04
3580.157	500 yr	231	32.75	34.00	33.83	34.20	0.006965	1.98	116.76	154.47	0.73
3522.219	500 yr	231	32.50	33.74	33.89	33.89	0.004011	1.71	134.75	146.05	0.57
3492.942	500 yr	231	32.50	33.43	33.34	33.70	0.009647	2.32	99.63	132.56	0.85

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
3474.430	500 yr	231	31.84	33.23	33.15	33.52	0.009556	2.37	97.33	124.11	0.86
3448.762	500 yr	231	30.85	33.33		33.39	0.001046	1.16	199.63	142.30	0.31
3410.715	500 yr	231	30.00	33.35		33.37	0.000165	0.66	351.41	145.29	0.13
3258.885	500 yr	231	30.00	33.30		33.34	0.000238	0.83	277.56	106.29	0.16
3176.269	500 yr	231	30.00	33.26		33.31	0.000331	0.97	238.83	93.59	0.19
3108.312	500 yr	231	30.00	32.99		33.25	0.001858	2.26	102.43	39.76	0.45
3035.673	500 yr	231	30.00	32.88		33.11	0.001642	2.15	107.42	39.73	0.42
2963.679	500 yr	231	30.00	32.80		32.99	0.001403	1.96	117.57	44.54	0.39
2898.014	500 yr	231	30.00	32.72		32.90	0.001259	1.84	125.38	48.95	0.37
2803.195	500 yr	231	30.00	31.74	31.74	32.57	0.010840	4.04	57.21	34.78	1.00
2778.067	500 yr	231	29.74	31.03	31.33	32.14	0.025903	4.66	49.61	47.99	1.46
2771.975	500 yr	231	29.17	30.39	30.82	31.87	0.062602	5.56	43.68	72.28	2.14
2765.979	500 yr	231	28.56	30.03	30.47	31.52	0.053609	5.41	43.09	73.73	2.01
2764.932	500 yr	231	28.46	29.92	30.39	31.46	0.048699	5.50	42.00	51.46	1.94
2690.887	500 yr	231	25.00	28.06	26.86	28.27	0.001637	2.02	114.41	48.77	0.42
2569.136	500 yr	231	25.00	27.83		28.05	0.002015	2.08	111.20	52.75	0.46
2435.046	500 yr	231	25.00	27.55		27.77	0.002155	2.05	112.51	57.71	0.47
2324.879	500 yr	231	25.00	27.28		27.52	0.002294	2.17	106.59	52.53	0.49
2225.257	500 yr	231	25.00	26.47	26.41	27.07	0.009827	3.43	67.32	49.96	0.94
2198.155	500 yr	231	24.58	26.19	26.19	26.78	0.011534	3.39	68.17	58.30	1.00
2194.467	500 yr	231	23.91	25.52	25.86	26.65	0.032312	4.71	49.00	55.41	1.60
2169.068	500 yr	231	20.00	23.69	22.27	23.91	0.001551	2.09	110.69	42.62	0.41
2145.107	500 yr	231	20.00	23.61		23.87	0.001693	2.26	102.03	36.65	0.43
2067.130	500 yr	231	20.00	23.44		23.72	0.002048	2.35	98.35	38.84	0.47
2007.452	500 yr	231	20.00	23.42		23.60	0.001208	1.89	122.00	44.96	0.37
1927.459	500 yr	231	20.00	23.14		23.45	0.002552	2.48	93.30	40.64	0.52
1871.459	500 yr	231	20.00	23.18		23.32	0.000953	1.64	141.19	54.66	0.32
1707.810	500 yr	231	20.00	22.58		23.01	0.003753	2.90	79.54	35.94	0.62
1621.182	500 yr	231	20.00	22.54		22.74	0.001636	1.99	115.96	49.74	0.42
1554.802	500 yr	231	20.00	22.39		22.62	0.001986	2.13	108.53	48.21	0.45

TABLA DE RESULTADOS DEL PROGRAMA HEC - RAS versión 3.1.1

River Station	Perfil	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Número de Froude
1515.420	500 yr	231	20.00	21.64	21.64	22.41	0.010907	3.90	59.28	38.32	1.00
1504.749	500 yr	231	19.33	20.92	21.26	22.19	0.022871	5.00	46.16	36.13	1.41
1492.706	500 yr	231	17.09	18.57	19.45	21.59	0.065113	7.69	30.02	27.35	2.34
1472.926	500 yr	231	15.00	15.86	16.79	19.76	0.124418	8.75	26.40	32.22	3.09
1414.598	500 yr	231	15.00	17.42	16.49	17.67	0.002137	2.19	105.63	48.36	0.47
1360.353	500 yr	231	15.00	17.38	16.33	17.54	0.001525	1.79	129.26	63.04	0.40
1283.745	500 yr	231	15.00	17.38	15.97	17.45	0.000600	1.14	202.47	94.72	0.25
1259.806	500 yr	231	15.00	16.67	16.67	17.35	0.010928	3.64	63.57	47.12	1.00
1197.771	500 yr	231	14.99	16.30	15.82	16.43	0.002825	1.64	141.12	130.53	0.49
1190.791	500 yr	231	14.84	15.89	15.89	16.36	0.012454	3.03	76.13	80.96	1.00
1121.757	500 yr	231	13.29	14.05	14.31	14.87	0.043761	3.99	57.84	105.34	1.72
1095.992	500 yr	231	12.70	13.70	13.74	14.14	0.015041	2.94	78.69	101.80	1.07
932.527	500 yr	231	10.00	11.11	10.97	11.34	0.007865	2.12	108.74	141.63	0.77
903.702	500 yr	231	10.00	10.95	10.75	11.12	0.005927	1.83	126.41	166.92	0.67
887.606	500 yr	231	10.00	10.84	10.68	11.02	0.006807	1.86	124.29	177.52	0.71
874.708	500 yr	231	10.00	10.62	10.62	10.89	0.014801	2.30	100.25	185.70	1.00
742.532	500 yr	231	7.50	8.85	8.67	9.10	0.008148	2.24	103.28	127.95	0.79
687.063	500 yr	231	7.50	8.49	8.34	8.65	0.007228	1.72	134.14	224.70	0.71
658.018	500 yr	231	7.02	8.10	8.10	8.34	0.015608	2.15	107.53	230.31	1.00
586.300	500 yr	231	5.00	6.38	6.53	6.99	0.021887	3.46	66.77	90.09	1.28
532.574	500 yr	231	5.00	6.11	6.01	6.39	0.009043	2.35	98.36	122.36	0.84
489.779	500 yr	231	5.00	5.84	5.71	6.01	0.007594	1.82	127.07	203.65	0.73
479.452	500 yr	231	4.97	5.75	5.64	5.92	0.008188	1.83	126.51	213.12	0.76
460.821	500 yr	231	4.62	5.47	5.47	5.72	0.014556	2.19	105.45	211.43	0.98
444.005	500 yr	231	4.30	5.19	5.20	5.45	0.016357	2.27	101.61	207.07	1.04
422.906	500 yr	231	3.88	4.76	4.80	5.09	0.017435	2.54	90.86	164.22	1.09
409.168	500 yr	231	3.61	4.48	4.53	4.84	0.018831	2.66	86.82	155.30	1.14
355.748	500 yr	231	2.58	3.60	3.62	3.94	0.015039	2.56	90.11	143.97	1.03
307.635	500 yr	231	2.50	3.48	3.15	3.57	0.003197	1.35	171.67	225.81	0.49
254.975	500 yr	231	2.50	3.05	3.02	3.26	0.013007	2.03	113.70	230.94	0.92

**ANEXO D : TABLA DE
ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE
DE AGUA**

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m. s. n. m.)

Xs.Id	Stream.Id	Reach.Id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
0	Río Chillón	Tramo Urbano	10463.6900	117.0658	117.2055	117.2883	117.4453	117.5069	117.6381
1	Río Chillón	Tramo Urbano	10416.9900	116.5292	116.6848	116.7840	116.9698	117.0444	117.1505
2	Río Chillón	Tramo Urbano	10317.0700	115.8417	116.0812	116.2254	116.5034	116.6145	116.8548
3	Río Chillón	Tramo Urbano	10265.8300	115.6351	115.8570	115.9934	116.2587	116.3658	116.5981
4	Río Chillón	Tramo Urbano	10216.4900	115.0802	115.2692	115.3822	115.6053	115.6925	115.8830
5	Río Chillón	Tramo Urbano	10126.8300	111.5467	111.6739	111.7489	111.8976	111.9598	112.0961
6	Río Chillón	Tramo Urbano	10034.3600	110.8946	111.1228	111.2520	111.4860	111.5758	111.7563
7	Río Chillón	Tramo Urbano	9968.2200	110.4240	110.5824	110.6773	110.8619	110.9315	111.0901
8	Río Chillón	Tramo Urbano	9941.6260	109.3540	109.4389	109.4921	109.5969	109.6405	109.7330
9	Río Chillón	Tramo Urbano	9928.2550	108.7945	108.8964	108.9570	109.0705	109.1157	109.2122
10	Río Chillón	Tramo Urbano	9915.3110	108.1964	108.3181	108.3900	108.5262	108.5795	108.6927
11	Río Chillón	Tramo Urbano	9860.3390	106.3525	106.6966	106.8957	107.2668	107.4103	107.7139
12	Río Chillón	Tramo Urbano	9783.9410	106.2489	106.5855	106.7804	107.1434	107.2840	107.5813
13	Río Chillón	Tramo Urbano	9700.9980	106.0712	106.3543	106.5162	106.8132	106.9267	107.1630
14	Río Chillón	Tramo Urbano	9630.8650	105.5438	105.7452	105.8680	106.1021	106.1947	106.3945
15	Río Chillón	Tramo Urbano	9625.3060	105.4000	105.5191	105.5941	105.7385	105.7963	105.9239
16	Río Chillón	Tramo Urbano	9609.1260	105.0099	105.1004	105.1453	105.2308	105.2632	105.3312
17	Río Chillón	Tramo Urbano	9531.5990	104.0629	104.2227	104.3243	104.5262	104.6138	104.7971
18	Río Chillón	Tramo Urbano	9466.3680	103.3173	103.4721	103.5625	103.7373	103.7981	103.9477
19	Río Chillón	Tramo Urbano	9400.9480	102.4155	102.5846	102.6866	102.8791	102.9614	103.1201
20	Río Chillón	Tramo Urbano	9268.0230	100.9923	101.2515	101.4066	101.7020	101.8140	102.0529
21	Río Chillón	Tramo Urbano	9231.5750	100.8768	101.1078	101.2441	101.4998	101.5913	101.7815
22	Río Chillón	Tramo Urbano	9177.3380	100.4853	100.6613	100.7533	100.9209	101.0001	101.1685
23	Río Chillón	Tramo Urbano	9100.1270	99.5316	99.6634	99.7519	99.9272	99.9792	100.0910
24	Río Chillón	Tramo Urbano	9030.8400	98.5101	98.6592	98.7352	98.8734	98.9408	99.0881
25	Río Chillón	Tramo Urbano	8967.2240	97.7439	97.9330	98.0517	98.2964	98.3966	98.6220
26	Río Chillón	Tramo Urbano	8892.7470	96.8952	97.0857	97.2017	97.4197	97.5094	97.6976
27	Río Chillón	Tramo Urbano	8844.4100	96.1537	96.4937	96.6099	96.8409	96.9354	96.7948
28	Río Chillón	Tramo Urbano	8788.8920	95.5342	95.7314	95.8508	96.0827	96.1753	96.3726
29	Río Chillón	Tramo Urbano	8690.4900	93.8180	93.8299	93.8760	93.9590	93.9911	94.0602

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m.s.n.m.)

Xs_id	Stream_id	Reach_id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
30	Río Chillón	Tramo Urbano	8576.0890	92.1136	92.3043	92.4187	92.6356	92.7226	92.9130
31	Río Chillón	Tramo Urbano	8459.7360	91.0781	91.3693	91.5406	92.0230	92.0403	92.0097
32	Río Chillón	Tramo Urbano	8427.4260	90.9668	91.2276	91.3783	91.6554	92.0401	92.0095
33	Río Chillón	Tramo Urbano	8404.7670	90.9215	91.1861	91.3416	91.6317	91.7443	92.0095
34	Río Chillón	Tramo Urbano	8347.2140	90.4288	90.6269	90.7457	90.9748	91.0663	91.2608
35	Río Chillón	Tramo Urbano	8233.9520	88.2489	88.5167	88.6678	88.9540	89.0663	89.3116
36	Río Chillón	Tramo Urbano	8156.9450	87.6369	87.7955	87.9121	88.1434	88.2371	88.4312
37	Río Chillón	Tramo Urbano	8134.3570	87.3018	87.4918	87.5717	87.7380	87.8042	87.9495
38	Río Chillón	Tramo Urbano	8036.2890	86.1592	86.3969	86.5411	86.8157	86.9238	87.1575
39	Río Chillón	Tramo Urbano	7929.2680	85.4303	85.6114	85.7180	85.9311	86.0136	86.1956
40	Río Chillón	Tramo Urbano	7906.9550	85.1942	85.4029	85.5304	85.7785	85.8786	86.0949
41	Río Chillón	Tramo Urbano	7893.5350	84.9454	85.1254	85.2351	85.4453	85.5270	85.7048
42	Río Chillón	Tramo Urbano	7825.0630	83.8570	84.0757	84.2105	84.4767	84.5844	84.8228
43	Río Chillón	Tramo Urbano	7741.7130	83.1569	83.3791	83.5154	83.7797	83.8880	84.1200
44	Río Chillón	Tramo Urbano	7653.1610	82.0990	82.3260	82.4606	82.7216	82.8221	83.0451
45	Río Chillón	Tramo Urbano	7534.9070	81.0413	81.2961	81.4507	81.7484	81.8667	82.1217
46	Río Chillón	Tramo Urbano	7464.0610	80.7671	80.9890	81.1193	81.3613	81.4555	81.6544
47	Río Chillón	Tramo Urbano	7435.8450	80.4271	80.6074	80.7135	80.9242	81.0070	81.1844
48	Río Chillón	Tramo Urbano	7419.5460	79.9169	80.0524	80.1379	80.7512	80.8740	81.1434
49	Río Chillón	Tramo Urbano	7403.4830	79.7668	79.9734	80.0995	80.3391	80.4360	80.6403
50	Río Chillón	Tramo Urbano	7375.5240	78.8499	78.9843	79.0667	79.2315	79.2974	79.4431
51	Río Chillón	Tramo Urbano	7315.7700	78.5064	78.8708	79.0935	79.5271	79.5997	78.5806
52	Río Chillón	Tramo Urbano	7225.1800	77.9279	78.1839	78.3377	78.6406	78.7575	78.9999
53	Río Chillón	Tramo Urbano	7120.2160	75.7776	76.0392	76.2155	76.5874	75.6721	77.0468
54	Río Chillón	Tramo Urbano	7039.6050	75.5406	75.8657	76.0764	76.4991	76.6442	77.0468
55	Río Chillón	Tramo Urbano	6988.9980	74.9493	75.2105	75.3683	75.6731	75.7947	76.0519
56	Río Chillón	Tramo Urbano	6937.9880	73.3570	73.5407	73.6551	73.8831	73.9755	74.1800
57	Río Chillón	Tramo Urbano	6868.8470	72.8962	73.2749	73.5009	73.9339	73.7382	74.6004
58	Río Chillón	Tramo Urbano	6807.4330	72.7078	73.0880	73.3140	73.7438	74.1469	74.6005
59	Río Chillón	Tramo Urbano	6771.8750	72.2386	72.5346	72.7111	73.0531	73.1923	73.4831

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m.s.n.m.)

Xs Id	Stream Id	Reach Id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
60	Río Chillón	Tramo Urbano	6715.0190	71.4192	71.8768	72.1389	72.1661	72.0148	72.4588
61	Río Chillón	Tramo Urbano	6654.3750	71.1670	71.5336	71.7488	72.1660	72.0148	72.4587
62	Río Chillón	Tramo Urbano	6576.6270	70.7863	71.1317	71.3385	71.3031	72.0148	72.4588
63	Río Chillón	Tramo Urbano	6531.5020	70.3362	70.6223	70.7901	71.8090	72.0148	72.4588
64	Río Chillón	Tramo Urbano	6521.6470	70.1470	70.4345	70.6101	70.9386	71.0763	71.3628
65	Río Chillón	Tramo Urbano	6503.3660	69.1317	69.2271	69.2859	69.4011	69.4460	69.5453
66	Río Chillón	Tramo Urbano	6479.4180	68.3595	68.4796	68.5473	68.6696	68.7164	68.8149
67	Río Chillón	Tramo Urbano	6385.9290	66.1351	66.3735	66.5038	66.7305	66.8113	66.9686
68	Río Chillón	Tramo Urbano	6228.8860	65.4718	65.6140	65.8650	65.5529	65.5702	65.6248
69	Río Chillón	Tramo Urbano	6091.7250	65.4596	65.6389	65.8660	65.4483	65.4326	65.3862
70	Río Chillón	Tramo Urbano	6065.8570	65.3665	65.6390	65.8661	65.4989	65.4986	65.4977
71	Río Chillón	Tramo Urbano	6015.2550	64.8799	65.1458	65.2927	65.5000	65.5000	65.5000
72	Río Chillón	Tramo Urbano	5905.6840	61.7267	62.1854	62.4982	63.0705	63.2943	63.7679
73	Río Chillón	Tramo Urbano	5873.3180	61.7088	62.2134	62.5300	63.1095	63.3359	63.8145
74	Río Chillón	Tramo Urbano	5819.8490	61.7134	62.2132	62.5298	63.1093	63.3357	63.8143
75	Río Chillón	Tramo Urbano	5756.5500	61.6893	62.2127	62.5293	63.1088	63.3351	63.8137
76	Río Chillón	Tramo Urbano	5703.3740	61.6504	62.2119	62.5284	63.1077	63.3340	63.8125
77	Río Chillón	Tramo Urbano	5658.5310	61.5258	62.0453	62.3373	62.8696	63.0789	63.5227
78	Río Chillón	Tramo Urbano	5591.6430	60.9740	61.1824	61.3516	61.7066	61.8457	62.1447
79	Río Chillón	Tramo Urbano	5572.5480	60.8597	61.0778	61.0362	61.2135	61.2901	62.4117
80	Río Chillón	Tramo Urbano	5557.9020	60.6195	60.8674	60.9412	61.2426	61.3680	61.6396
81	Río Chillón	Tramo Urbano	5546.5590	59.8574	60.0038	60.0839	60.2198	60.2740	60.3914
82	Río Chillón	Tramo Urbano	5522.7410	58.9807	59.1627	59.2540	59.4192	59.4798	59.6033
83	Río Chillón	Tramo Urbano	5469.9710	57.7164	57.9594	58.1134	58.4000	58.5139	58.7494
84	Río Chillón	Tramo Urbano	5430.1500	56.2515	56.6466	55.6907	57.2122	57.2355	57.7308
85	Río Chillón	Tramo Urbano	5386.9180	55.9657	56.3810	56.3045	56.5010	57.2379	56.8666
86	Río Chillón	Tramo Urbano	5382.8670	55.9024	56.5489	56.6070	56.7836	57.2388	56.5882
87	Río Chillón	Tramo Urbano	5381.2090	55.7672	56.0379	56.6072	56.7840	57.2392	56.5893
88	Río Chillón	Tramo Urbano	5379.4340	55.7100	55.9438	56.6073	56.7841	57.2393	56.5897
89	Río Chillón	Tramo Urbano	5377.8950	55.7174	55.8599	56.6074	56.7843	56.5275	56.5901

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m.s.n.m.)

Xs Id	Stream Id	Reach Id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
90	Río Chillón	Tramo Urbano	5372.4540	55.6222	55.8162	56.0502	56.7845	56.4655	56.4801
91	Río Chillón	Tramo Urbano	5361.5670	55.5746	55.5640	55.6819	56.1181	56.0168	56.1899
92	Río Chillón	Tramo Urbano	5346.1300	55.3032	55.4901	55.4901	55.4901	55.4901	55.4901
93	Río Chillón	Tramo Urbano	5319.5450	53.7679	53.8252	53.9047	54.0771	54.1542	54.3442
94	Río Chillón	Tramo Urbano	5294.6130	53.6171	53.8613	54.0112	53.9573	54.0861	54.3520
95	Río Chillón	Tramo Urbano	5238.0650	53.4687	53.7104	53.8649	54.1624	54.2838	54.5407
96	Río Chillón	Tramo Urbano	5209.6660	53.3033	53.2985	53.4200	53.6502	53.7320	53.9131
97	Río Chillón	Tramo Urbano	5169.6990	53.0700	53.1501	53.1501	53.1501	53.1501	53.2521
98	Río Chillón	Tramo Urbano	5108.3030	52.3947	52.5082	52.3717	52.5380	52.6385	52.8329
99	Río Chillón	Tramo Urbano	5039.3170	51.6516	51.7788	51.8477	51.9779	52.0285	52.1347
100	Río Chillón	Tramo Urbano	5009.3810	51.3086	51.4290	51.5002	51.6358	51.6887	51.8023
101	Río Chillón	Tramo Urbano	4971.3890	51.0018	51.1444	51.2290	51.3849	51.4445	51.5703
102	Río Chillón	Tramo Urbano	4937.5440	50.5673	50.7032	50.7800	50.9267	50.9830	51.0992
103	Río Chillón	Tramo Urbano	4888.1420	49.9469	50.0915	50.1363	50.2157	50.2462	50.3080
104	Río Chillón	Tramo Urbano	4847.5070	49.4192	49.5499	49.5954	49.6846	49.7189	49.7860
105	Río Chillón	Tramo Urbano	4802.7490	49.0614	49.1737	49.2387	49.3606	49.4092	49.5158
106	Río Chillón	Tramo Urbano	4767.9660	48.7780	48.8735	48.9267	49.0218	49.0580	49.1191
107	Río Chillón	Tramo Urbano	4728.8660	48.1857	48.2787	48.3347	48.4430	48.4846	48.5677
108	Río Chillón	Tramo Urbano	4703.2530	47.9939	48.1110	48.1810	48.2983	48.3396	48.4197
109	Río Chillón	Tramo Urbano	4671.6540	47.7352	47.8034	47.8447	47.9239	47.9594	48.0348
110	Río Chillón	Tramo Urbano	4644.1110	47.2420	47.3219	47.3663	47.4510	47.4808	47.5429
111	Río Chillón	Tramo Urbano	4609.9320	46.3208	46.4065	46.4565	46.5494	46.5921	46.6806
112	Río Chillón	Tramo Urbano	4588.8000	45.6418	45.7324	45.7821	45.8757	45.9107	45.9883
113	Río Chillón	Tramo Urbano	4519.2300	44.8474	44.9349	44.9797	45.0571	45.0869	45.1477
114	Río Chillón	Tramo Urbano	4487.1330	44.5706	44.6527	44.6963	44.7808	44.8145	44.8899
115	Río Chillón	Tramo Urbano	4458.5540	44.3619	44.4554	44.5117	44.6139	44.6549	44.7490
116	Río Chillón	Tramo Urbano	4437.9930	44.0743	44.1593	44.2100	44.3347	44.3888	44.5060
117	Río Chillón	Tramo Urbano	4416.4740	43.9058	44.0392	44.1187	44.2690	44.3276	44.4523
118	Río Chillón	Tramo Urbano	4404.6230	43.7094	43.8162	43.8787	43.9997	44.0472	44.1468
119	Río Chillón	Tramo Urbano	4389.9830	43.3879	43.4542	43.4953	43.5696	43.6040	43.6631

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m.s.n.m.)

Xs Id	Stream Id	Reach Id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
120	Río Chillón	Tramo Urbano	4371.7790	43.1585	43.1056	43.1746	43.3002	43.3406	43.3702
121	Río Chillón	Tramo Urbano	4352.9810	42.9158	43.0048	43.0593	43.1620	43.2028	43.2900
122	Río Chillón	Tramo Urbano	4336.6180	42.8634	42.9614	43.0194	43.1294	43.1725	43.2635
123	Río Chillón	Tramo Urbano	4321.6780	42.8056	42.8930	42.9440	43.0394	43.0763	43.1528
124	Río Chillón	Tramo Urbano	4303.1600	42.6952	42.7771	42.8259	42.9196	42.9556	43.0271
125	Río Chillón	Tramo Urbano	4264.8900	42.1915	42.2740	42.3242	42.4198	42.4583	42.5669
126	Río Chillón	Tramo Urbano	4253.7130	42.0852	42.1770	42.2280	42.3272	42.3670	42.4505
127	Río Chillón	Tramo Urbano	4230.2850	41.7205	41.8073	41.8589	41.9564	41.9947	42.0798
128	Río Chillón	Tramo Urbano	4185.7240	41.1838	41.2756	41.3301	41.4318	41.4707	41.5507
129	Río Chillón	Tramo Urbano	4155.6480	40.7425	40.8424	40.9018	41.0108	41.0536	41.1454
130	Río Chillón	Tramo Urbano	4132.9000	40.5155	40.6274	40.6932	40.8113	40.8570	40.9534
131	Río Chillón	Tramo Urbano	4106.0580	40.1434	40.2466	40.3047	40.4201	40.4639	40.5562
132	Río Chillón	Tramo Urbano	4073.6870	39.6852	39.8336	39.9206	40.0958	40.1641	40.3089
133	Río Chillón	Tramo Urbano	4064.9610	39.4965	39.6266	39.7005	39.8345	39.8880	40.0056
134	Río Chillón	Tramo Urbano	4040.6720	39.0576	39.0859	39.1502	39.2661	39.3087	39.3998
135	Río Chillón	Tramo Urbano	4017.1660	38.6859	38.8218	38.9019	39.0390	39.0962	39.2120
136	Río Chillón	Tramo Urbano	3993.8710	38.2675	38.2862	38.3208	38.3878	38.4127	38.4723
137	Río Chillón	Tramo Urbano	3982.3340	38.0731	38.0737	38.1329	38.2487	38.2966	38.3946
138	Río Chillón	Tramo Urbano	3971.7650	38.0060	38.1245	38.1925	38.3178	38.3662	38.4684
139	Río Chillón	Tramo Urbano	3934.4580	37.9224	38.0392	38.1075	38.2329	38.2814	38.3845
140	Río Chillón	Tramo Urbano	3893.4590	37.6713	37.7489	37.7931	37.8827	37.9176	37.9929
141	Río Chillón	Tramo Urbano	3844.1660	36.6697	36.8804	36.9338	37.0229	37.0649	37.1547
142	Río Chillón	Tramo Urbano	3813.3780	36.2995	36.3970	36.4549	36.5523	36.6052	36.6889
143	Río Chillón	Tramo Urbano	3763.3520	35.5412	35.6023	35.6290	35.7270	35.7531	35.8321
144	Río Chillón	Tramo Urbano	3715.1280	35.1000	35.1902	35.2459	35.3617	35.4088	35.4967
145	Río Chillón	Tramo Urbano	3674.3500	34.5911	34.7210	34.7940	34.9234	34.9702	35.0702
146	Río Chillón	Tramo Urbano	3632.5840	33.9876	34.1089	34.1786	34.3098	34.3610	34.4534
147	Río Chillón	Tramo Urbano	3580.1570	33.3628	33.5345	33.6323	33.8028	33.8683	34.0025
148	Río Chillón	Tramo Urbano	3522.2190	33.1200	33.2803	33.3716	33.5393	33.6032	33.7368
149	Río Chillón	Tramo Urbano	3492.9420	32.9428	33.0740	33.1480	33.2906	33.3462	33.4266

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m. s. n. m.)

Xs. Id	Stream Id	Reach Id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
150	Río Chillón	Tramo Urbano	3474.4300	32.6678	32.7815	32.8534	32.9866	33.0394	33.2343
151	Río Chillón	Tramo Urbano	3448.7620	31.4594	31.6060	32.2365	32.7390	32.9297	33.3263
152	Río Chillón	Tramo Urbano	3410.7150	31.6047	32.0423	32.2992	32.7731	32.9573	33.3458
153	Río Chillón	Tramo Urbano	3258.8850	31.5729	32.0069	32.2617	32.7324	32.9153	33.3013
154	Río Chillón	Tramo Urbano	3176.2690	31.5488	31.9786	32.2315	32.6988	32.8806	33.2647
155	Río Chillón	Tramo Urbano	3108.3120	31.4477	31.8370	32.0654	32.4833	32.6456	32.9876
156	Río Chillón	Tramo Urbano	3035.6730	31.3677	31.7470	31.9714	32.3813	32.5409	32.8774
157	Río Chillón	Tramo Urbano	2963.6790	31.2947	31.6678	31.8907	32.2984	32.4582	32.7955
158	Río Chillón	Tramo Urbano	2898.0140	31.2278	31.5968	31.8193	32.2262	32.3863	32.7249
159	Río Chillón	Tramo Urbano	2803.1950	30.8057	30.9699	31.0861	31.3801	31.4900	31.7359
160	Río Chillón	Tramo Urbano	2778.0670	30.4989	30.7019	30.7631	30.8668	30.9200	31.0341
161	Río Chillón	Tramo Urbano	2771.9750	30.0205	30.1180	30.1762	30.2749	30.3125	30.3901
162	Río Chillón	Tramo Urbano	2765.9790	29.3373	29.5357	29.6482	29.8331	29.9002	30.0287
163	Río Chillón	Tramo Urbano	2764.9320	29.2285	29.4235	29.5343	29.7192	29.7864	29.9222
164	Río Chillón	Tramo Urbano	2690.8870	26.6179	27.0036	27.2197	27.6096	27.7566	28.0625
165	Río Chillón	Tramo Urbano	2569.1360	26.4680	26.8251	27.0266	27.3938	27.5339	27.8285
166	Río Chillón	Tramo Urbano	2435.0460	26.2772	26.6009	26.7869	27.1325	27.2663	27.5527
167	Río Chillón	Tramo Urbano	2324.8790	26.1082	26.4015	26.5709	26.8883	27.0122	27.2808
168	Río Chillón	Tramo Urbano	2225.2570	25.7706	25.9688	26.0795	26.2724	26.3403	26.4685
169	Río Chillón	Tramo Urbano	2198.1550	25.4321	25.6159	25.7247	25.9331	26.0155	26.1913
170	Río Chillón	Tramo Urbano	2194.4670	24.8379	25.0468	25.1331	25.3052	25.3732	25.5226
171	Río Chillón	Tramo Urbano	2169.0680	21.8998	22.3685	22.6348	23.1224	23.3071	23.6914
172	Río Chillón	Tramo Urbano	2145.1070	21.8756	22.3353	22.5941	23.0640	23.2415	23.6094
173	Río Chillón	Tramo Urbano	2067.1300	21.7639	22.2030	22.4521	22.9075	23.0809	23.4427
174	Río Chillón	Tramo Urbano	2007.4520	21.7274	22.1676	22.4184	22.8780	23.0533	23.4192
175	Río Chillón	Tramo Urbano	1927.4590	21.5723	21.9732	22.2035	22.6302	22.7946	23.1409
176	Río Chillón	Tramo Urbano	1871.4590	21.5590	21.9719	22.2102	22.6525	22.8229	23.1818
177	Río Chillón	Tramo Urbano	1707.8100	21.2798	21.6118	21.8031	22.1579	22.2948	22.5833
178	Río Chillón	Tramo Urbano	1621.1820	21.1734	21.5101	21.7083	22.0817	22.2276	22.5368
179	Río Chillón	Tramo Urbano	1554.8020	21.0609	21.3845	21.5767	21.9407	22.0833	22.3859

TABLA DE ELEVACIÓN DE LA SUPERFICIE DE AGUA

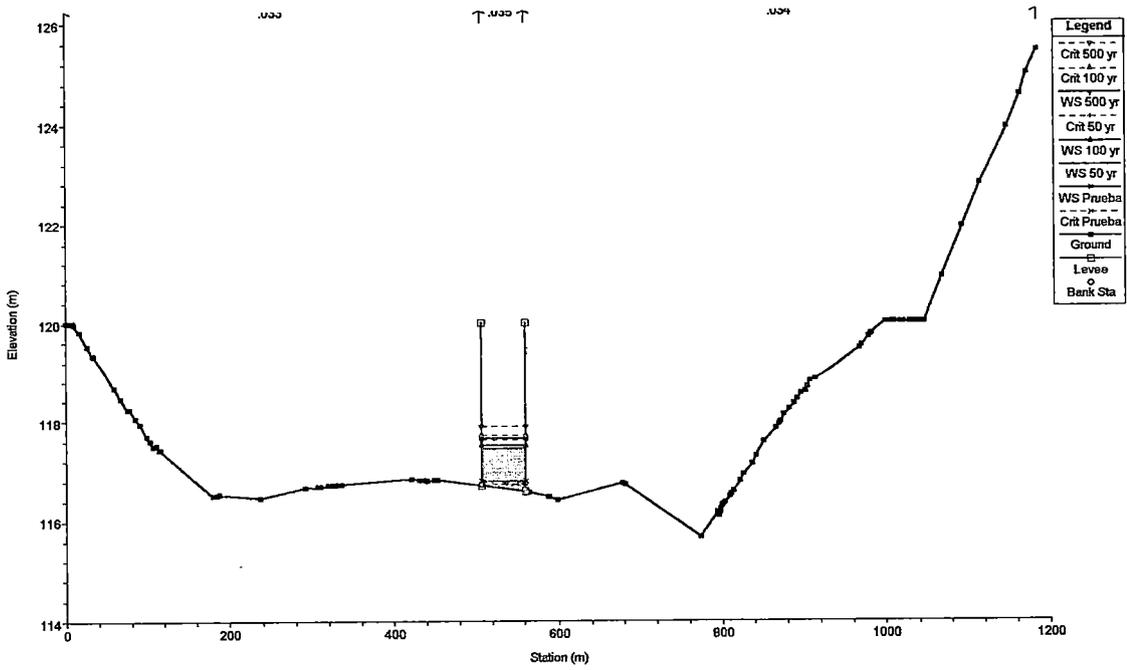
RESULTADOS DE SALIDA SIG

(m.s.n.m.)

Xs Id	Stream Id	Reach Id	Station	Tr = 2 años	Tr = 5 años	Tr = 10 años	Tr = 50 años	Tr = 100 años	Tr = 500 años
180	Río Chillón	Tramo Urbano	1515.4200	20.6416	20.8778	21.0195	21.2919	21.3993	21.6351
181	Río Chillón	Tramo Urbano	1504.7490	20.0608	20.2551	20.3756	20.6147	20.7109	20.9192
182	Río Chillón	Tramo Urbano	1492.7060	17.6900	17.8954	18.0221	18.2672	18.3640	18.5706
183	Río Chillón	Tramo Urbano	1472.9260	15.3652	15.4655	15.5310	15.6731	15.7323	15.8640
184	Río Chillón	Tramo Urbano	1414.5980	16.1547	16.4808	16.6688	17.0152	17.1467	17.4219
185	Río Chillón	Tramo Urbano	1360.3530	16.0892	16.4173	16.6081	16.9623	17.0974	17.3810
186	Río Chillón	Tramo Urbano	1283.7450	16.0485	16.3853	16.5817	16.9468	17.0862	17.3791
187	Río Chillón	Tramo Urbano	1259.8060	15.7588	15.9362	16.0801	16.3451	16.4527	16.6714
188	Río Chillón	Tramo Urbano	1197.7710	15.5015	15.6835	15.7950	16.0147	16.1036	16.2952
189	Río Chillón	Tramo Urbano	1190.7910	15.3202	15.4549	15.5377	15.6970	15.7585	15.8945
190	Río Chillón	Tramo Urbano	1121.7570	13.7107	13.8032	13.8537	13.9460	13.9821	14.0544
191	Río Chillón	Tramo Urbano	1095.9920	13.1826	13.3152	13.3934	13.5363	13.5902	13.7016
192	Río Chillón	Tramo Urbano	932.5270	10.5960	10.7339	10.8123	10.9517	11.0025	11.1073
193	Río Chillón	Tramo Urbano	903.7020	10.4920	10.6140	10.6828	10.8083	10.8553	10.9532
194	Río Chillón	Tramo Urbano	887.6060	10.4261	10.5357	10.5978	10.7127	10.7551	10.8446
195	Río Chillón	Tramo Urbano	874.7080	10.2473	10.3374	10.3915	10.4914	10.5318	10.6159
196	Río Chillón	Tramo Urbano	742.5320	8.2693	8.4377	8.5205	8.6724	8.7275	8.8473
197	Río Chillón	Tramo Urbano	687.0630	8.0509	8.1827	8.2485	8.3622	8.4053	8.4946
198	Río Chillón	Tramo Urbano	658.0180	7.7295	7.8260	7.8801	7.9841	8.0224	8.1048
199	Río Chillón	Tramo Urbano	586.3000	5.6838	5.8702	5.9735	6.1578	6.2287	6.3766
200	Río Chillón	Tramo Urbano	532.5740	5.6286	5.7665	5.8411	5.9705	6.0175	6.1125
201	Río Chillón	Tramo Urbano	489.7790	5.4290	5.5363	5.5969	5.7085	5.7515	5.8374
202	Río Chillón	Tramo Urbano	479.4520	5.3622	5.4621	5.5186	5.6274	5.6713	5.7542
203	Río Chillón	Tramo Urbano	460.8210	5.1350	5.2220	5.2734	5.3627	5.3936	5.4724
204	Río Chillón	Tramo Urbano	444.0050	4.8027	4.9088	4.9679	5.0887	5.1252	5.1908
205	Río Chillón	Tramo Urbano	422.9060	4.3567	4.4504	4.5029	4.6181	4.6611	4.7623
206	Río Chillón	Tramo Urbano	409.1680	4.0862	4.1952	4.2587	4.3561	4.3962	4.4787
207	Río Chillón	Tramo Urbano	355.7480	3.1386	3.2651	3.3330	3.4354	3.4882	3.6009
208	Río Chillón	Tramo Urbano	307.6350	3.0118	3.1356	3.2042	3.3305	3.3785	3.4785
209	Río Chillón	Tramo Urbano	254.9750	2.7380	2.8152	2.8605	2.9452	2.9781	3.0477

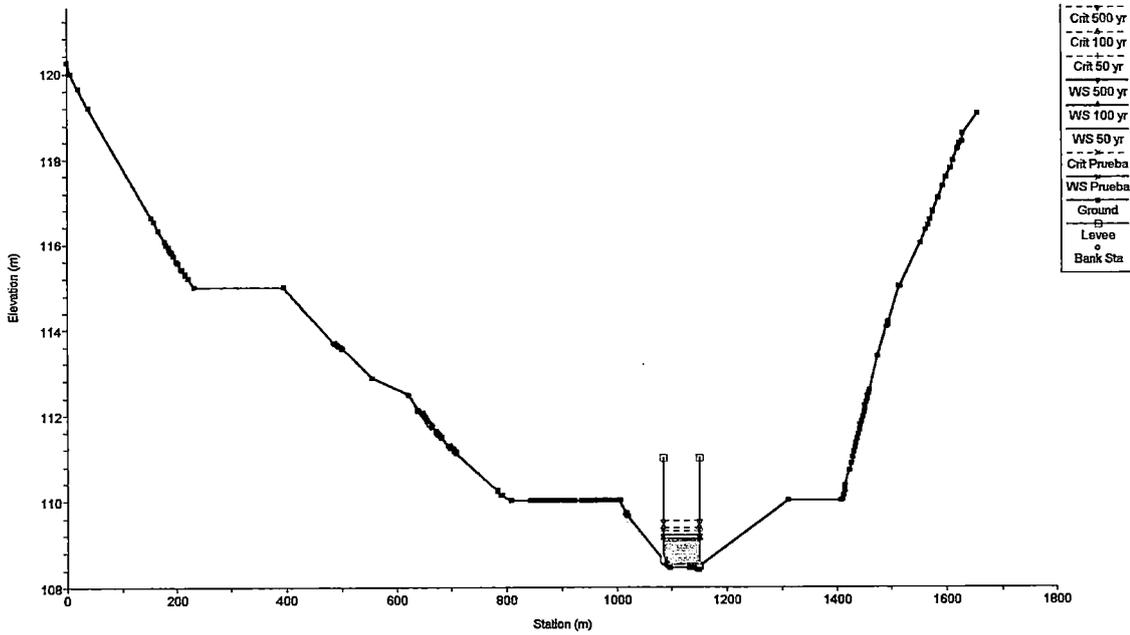
ANEXO E : FOTOS

FOTO N°1
SECCIÓN TRANSVERSAL 10 463.69



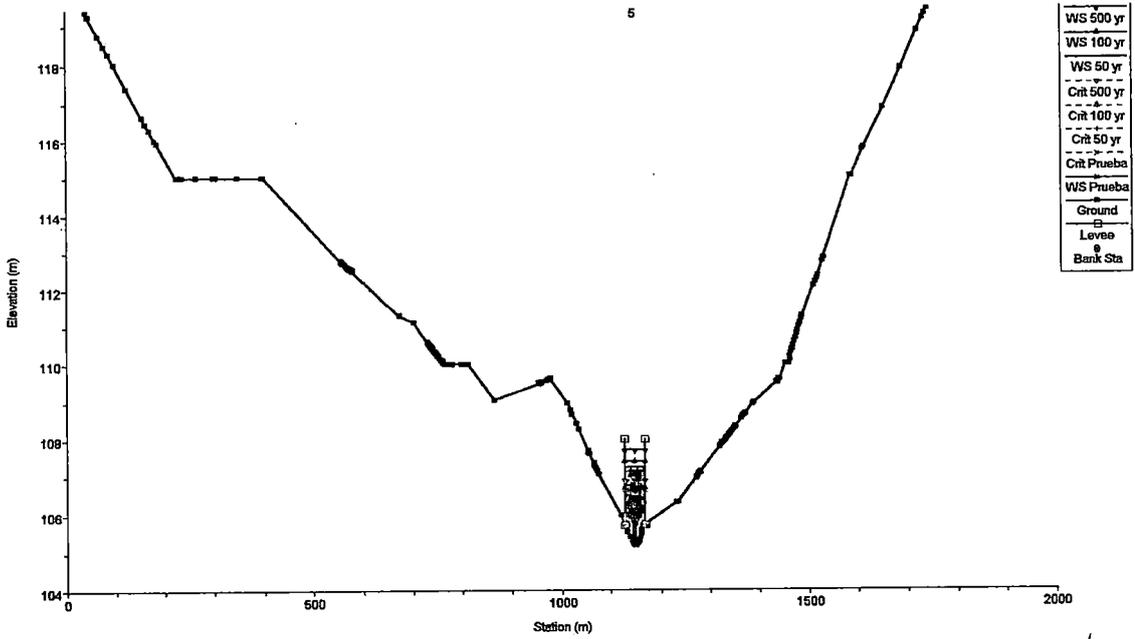
SECCIÓN CERCANA AL PUENTE PANAMERICANA, NÓTESE EL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA EL ENROCADO

FOTO N°2
 SECCIÓN TRANSVERSAL 9 928.255



ESTA SECCIÓN PERTENECE A UN TRAMO PROTEGIDO CON ENROCADO

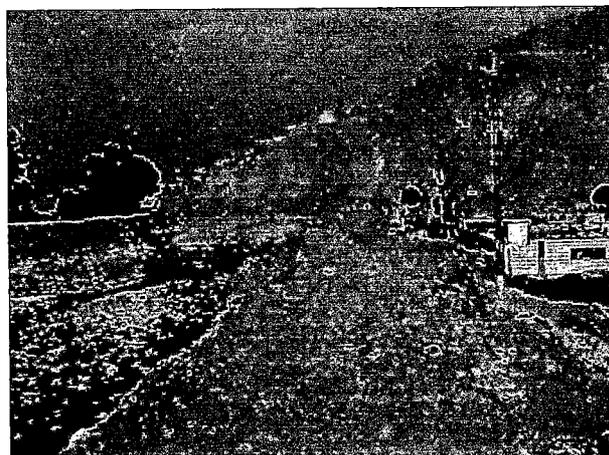
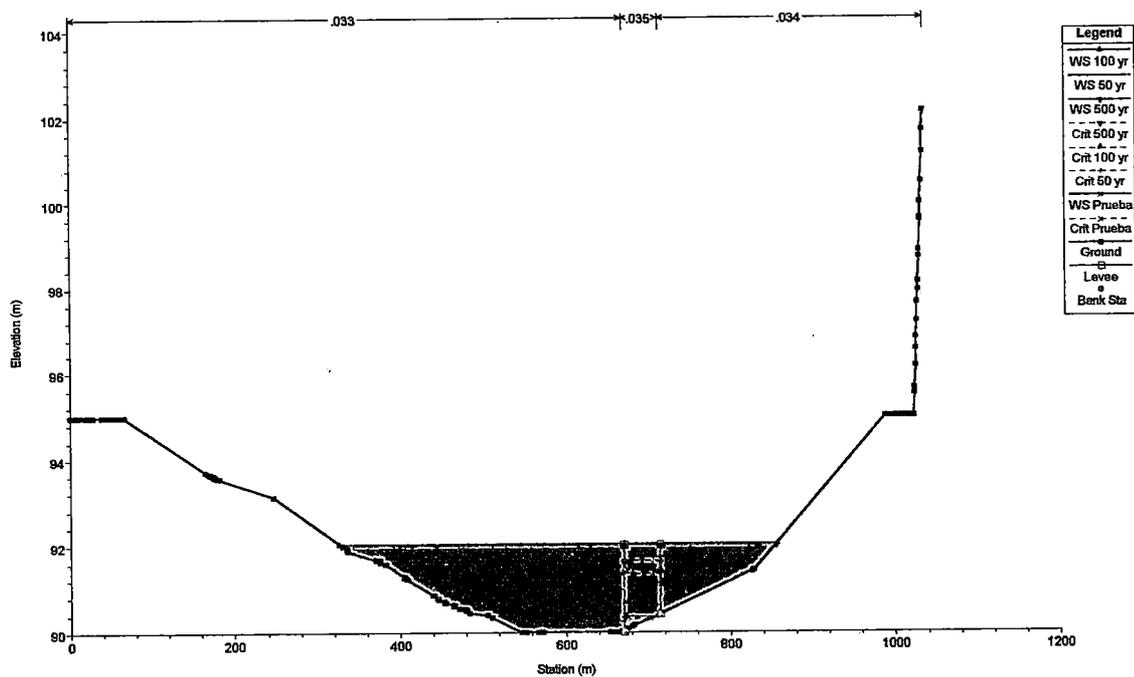
FOTO N°3
SECCIÓN TRANSVERSAL 9 860.339



EL RÍO SUFRE CONSTANTE CONTAMINACIÓN POR PARTE DE LOS
POBLADORES DE LA ZONA

FOTO N°4

SECCIÓN TRANSVERSAL 8 459.736



Vista de margen derecha del Río Chillón.

Izquierda: Se puede apreciar la ubicación de viviendas en zonas cercanas al dique.

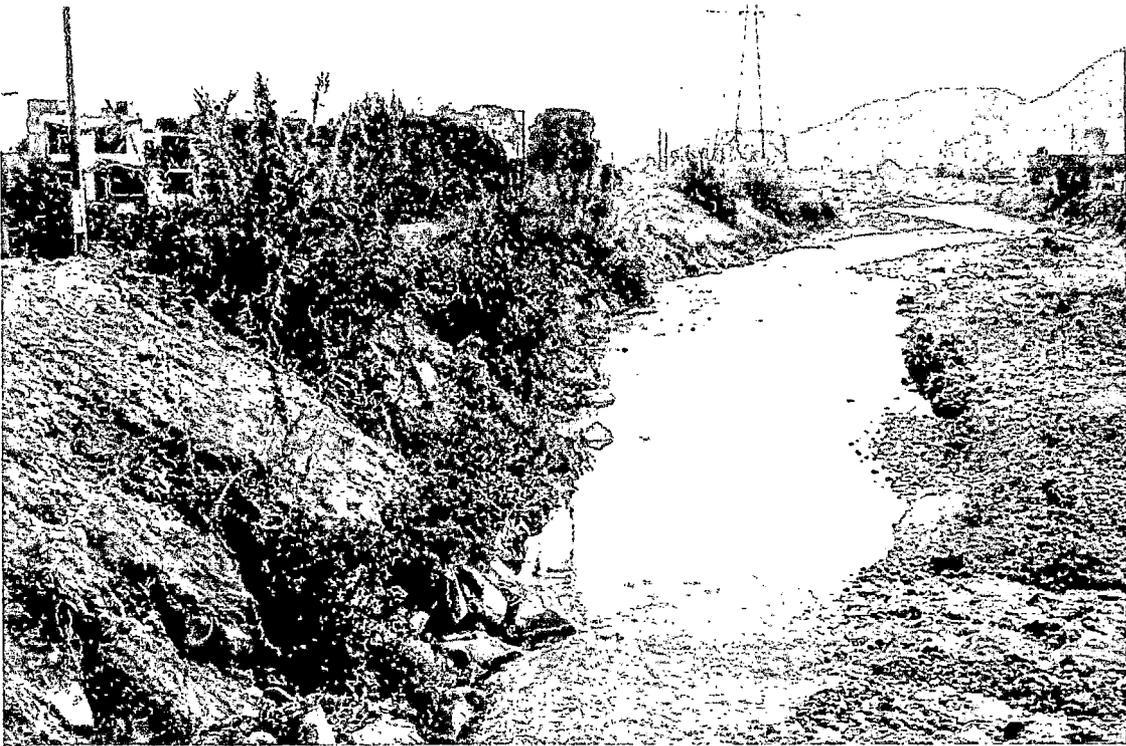
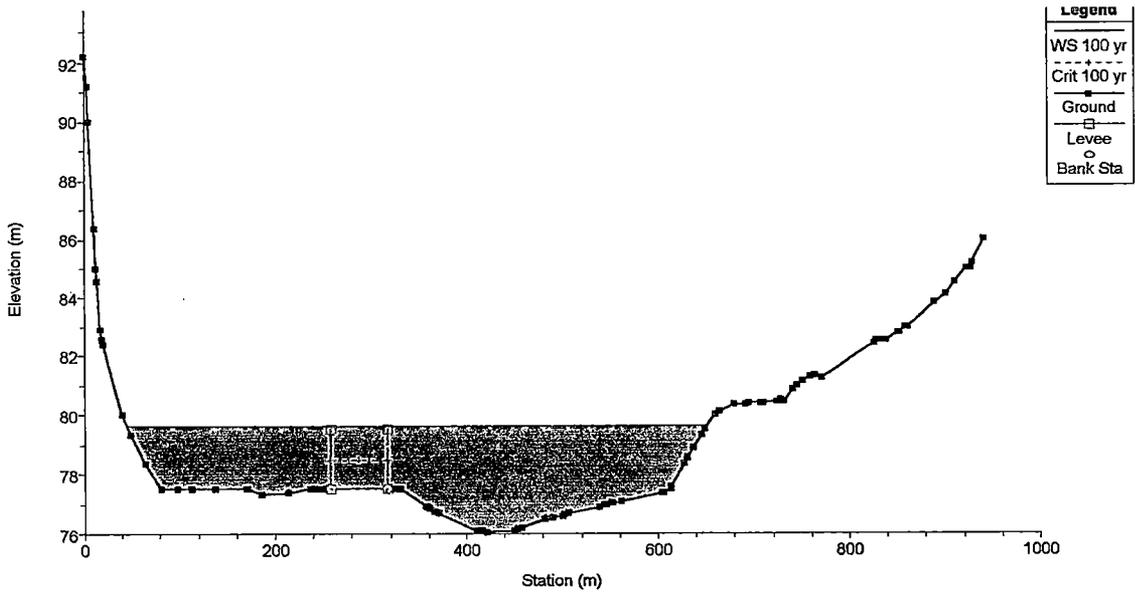
FUENTE: IMEFEN - CISMID

Derecha: las viviendas observadas en la foto de arriba son asentamientos humanos en constante crecimiento y amenaza de inundación.



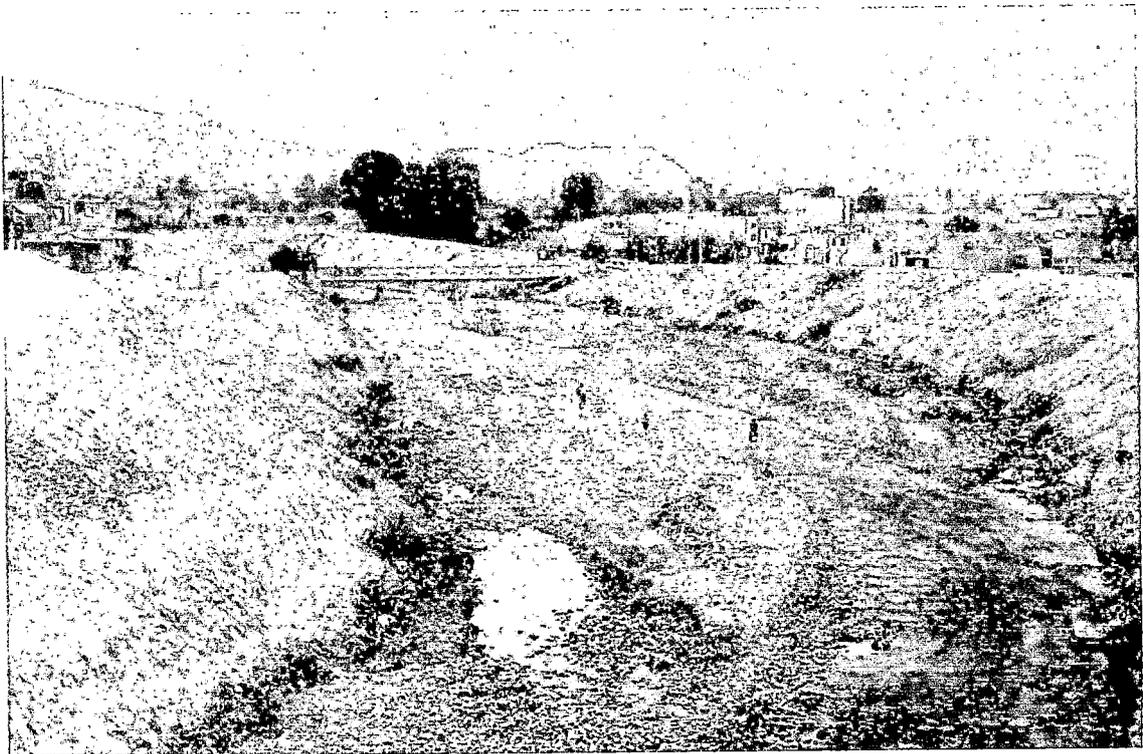
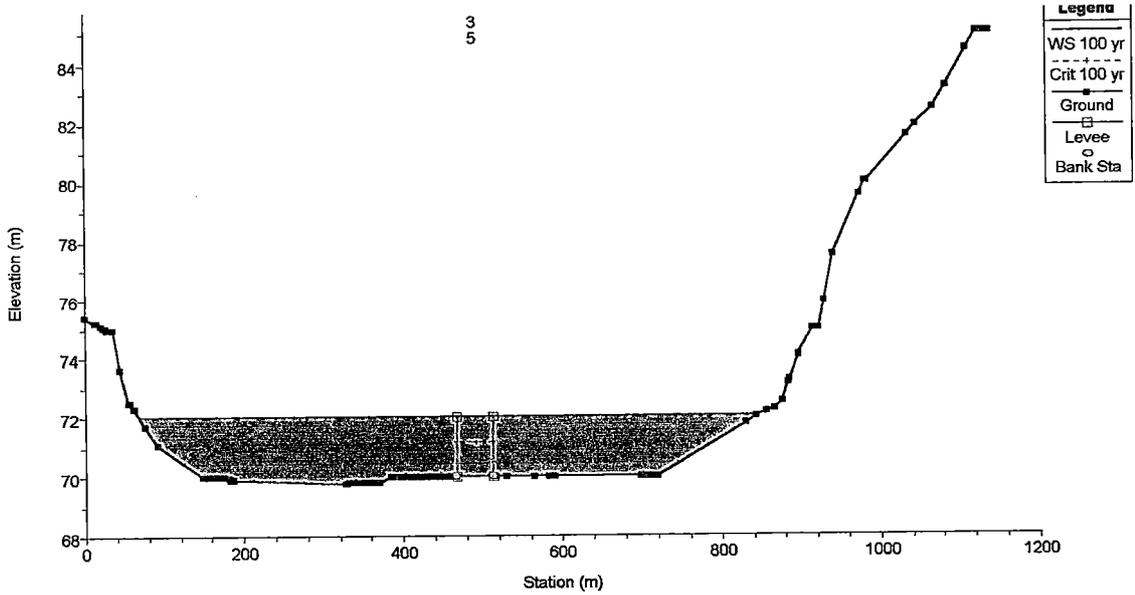
FUENTE: IMEFEN - CISMID

FOTO N°5
SECCIÓN TRANSVERSAL 7 315.770



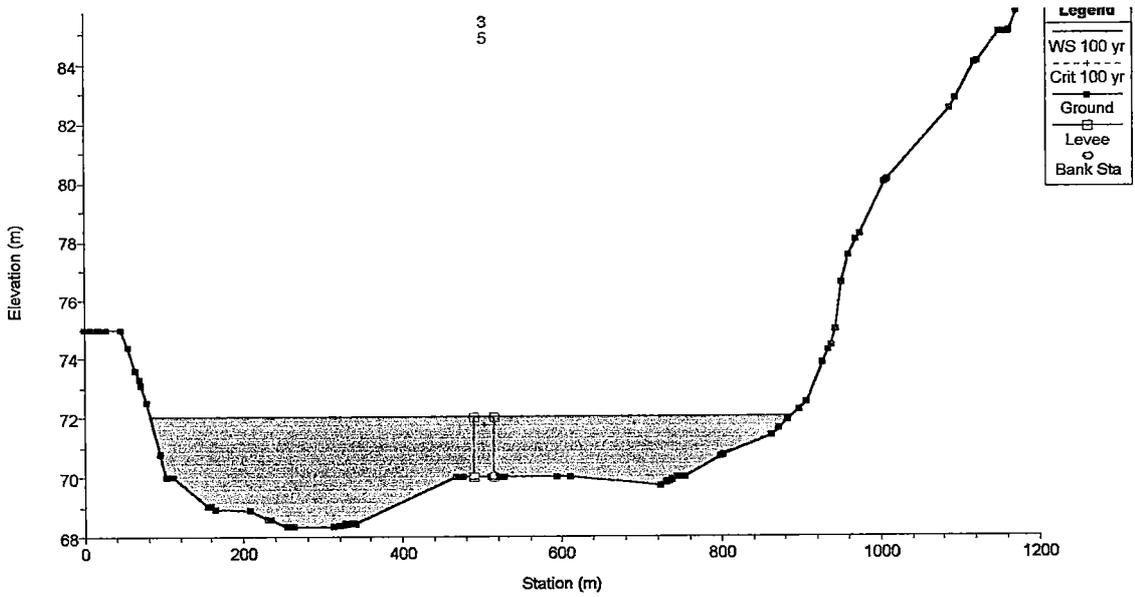
Vista del río Chillón aguas abajo del Puente Panamericana

FOTO N°6
SECCIÓN TRANSVERSAL 6 715.019



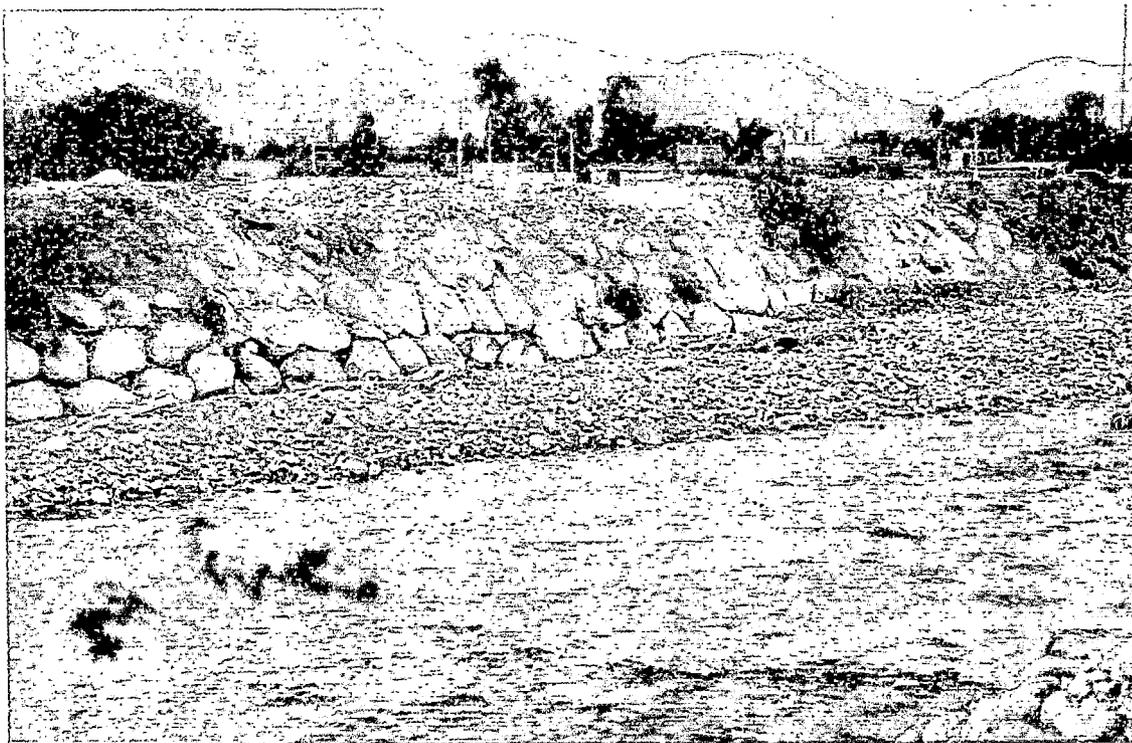
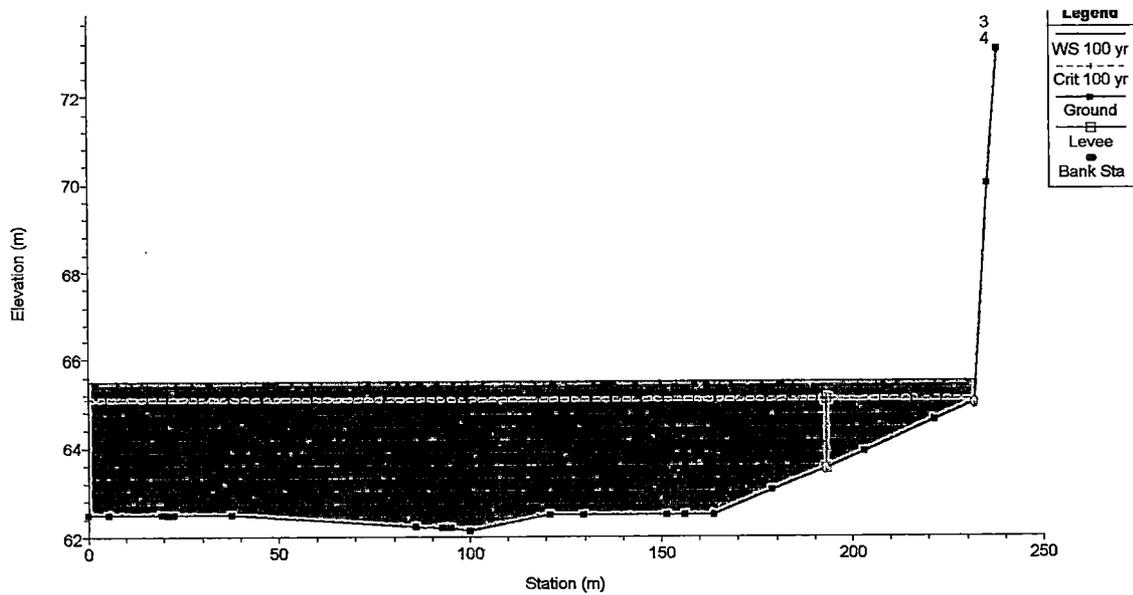
Pobladores cruzando el río de forma riesgosa, nótese atrás el puente peatonal construido para este propósito.

FOTO N°7
 SECCIÓN TRANSVERSAL 6 654.375



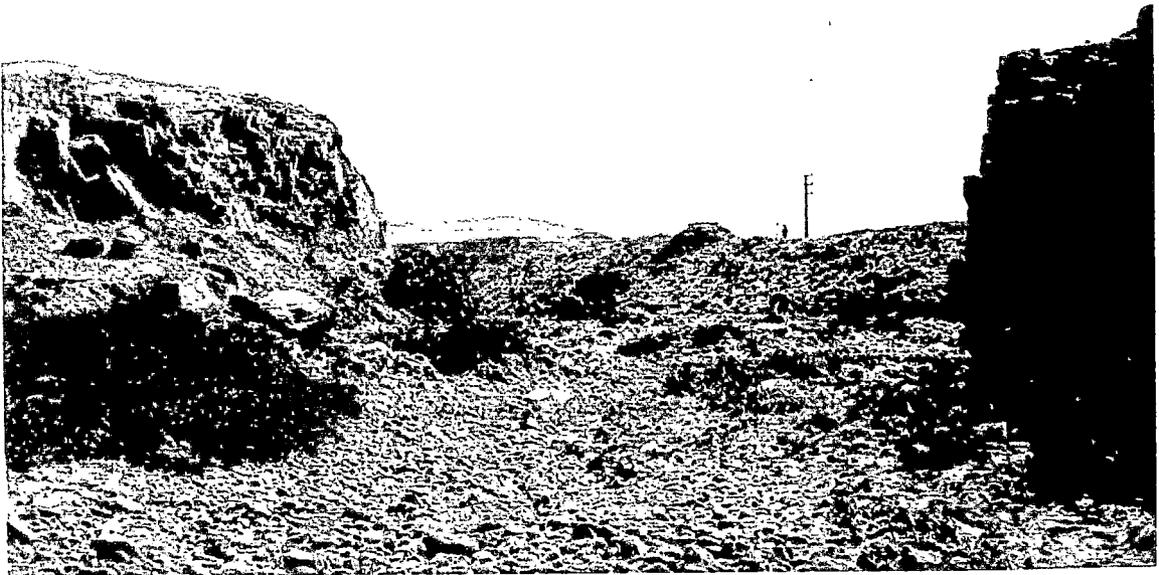
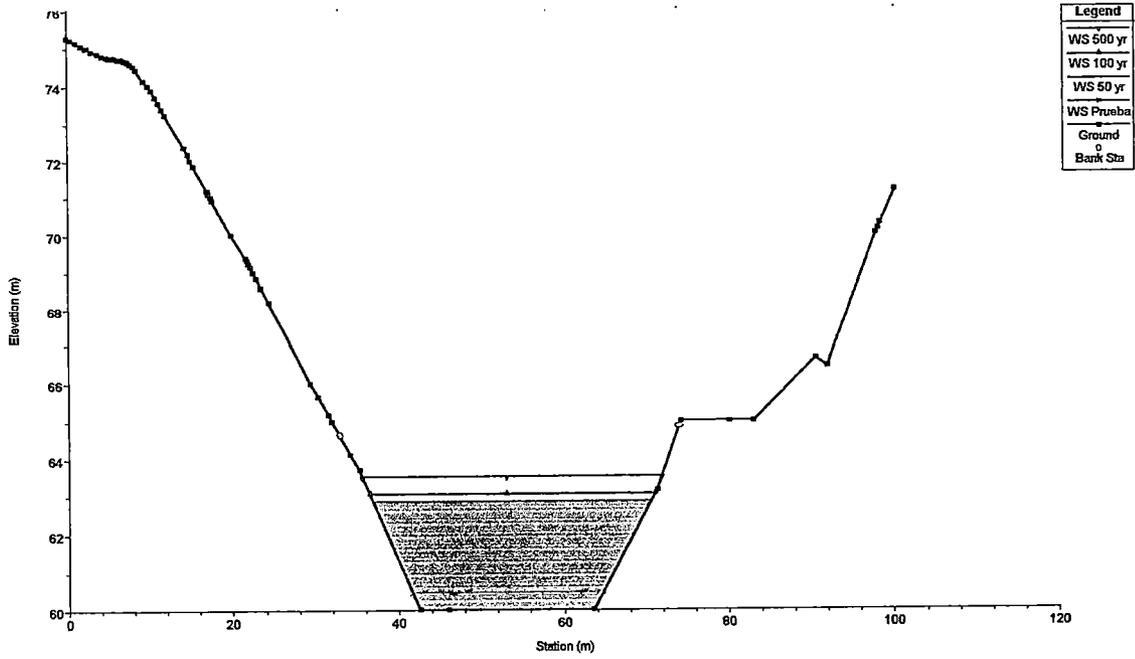
Tramo encauzado del Río Chillón.

FOTO N°8
 SECCIÓN TRANSVERSAL 6 065.857



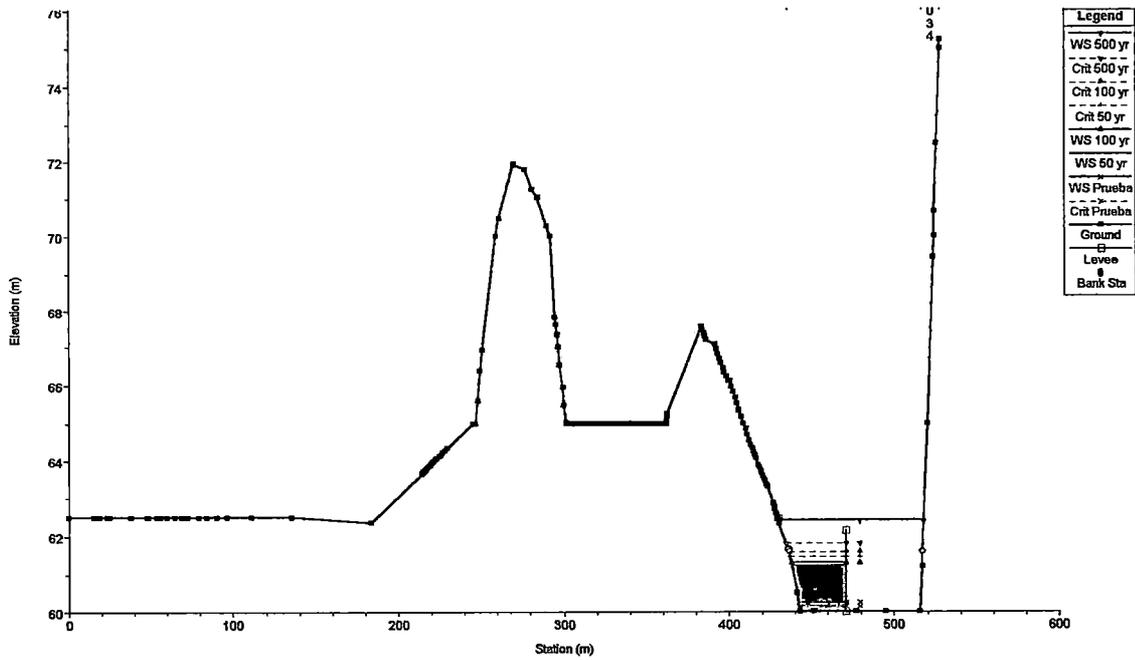
Defensas ribereñas de la margen derecha del Río Chillón.

FOTO N°9
 SECCIÓN TRANSVERSAL 5 658.531



Sección transversal del Puente Inca

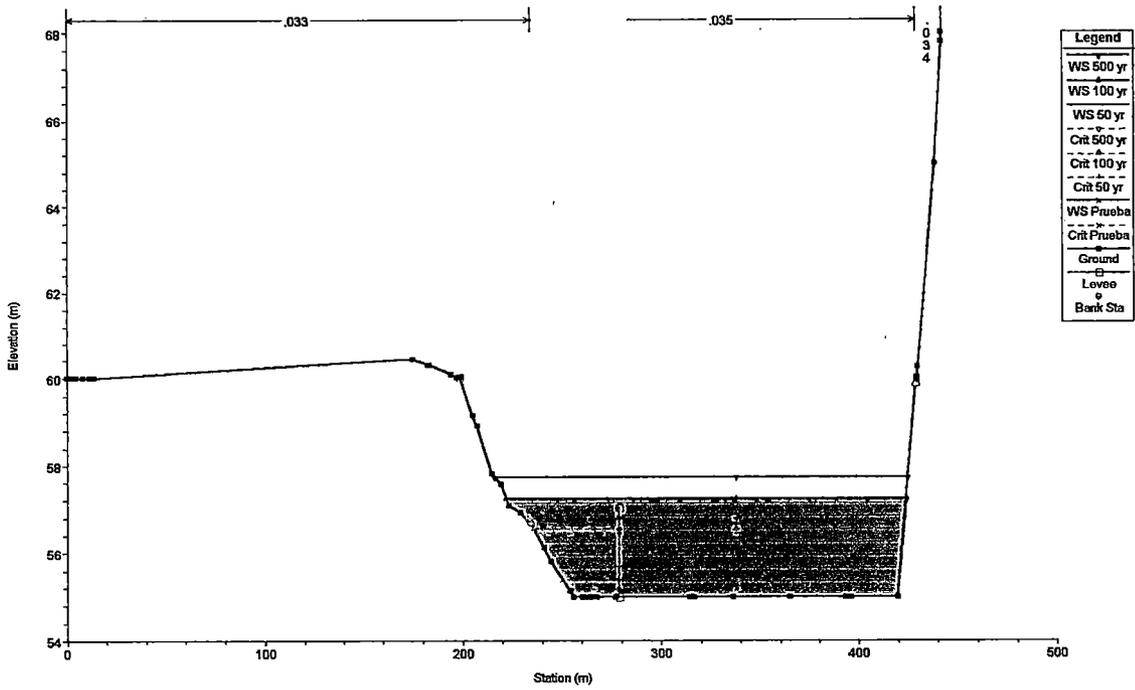
FOTO N°10
 SECCIÓN TRANSVERSAL 5 572.548



Sección transversal aguas abajo del Puente Inca, nótese la construcción de defensas ribereñas con gaviones, que reduce el cauce principal.

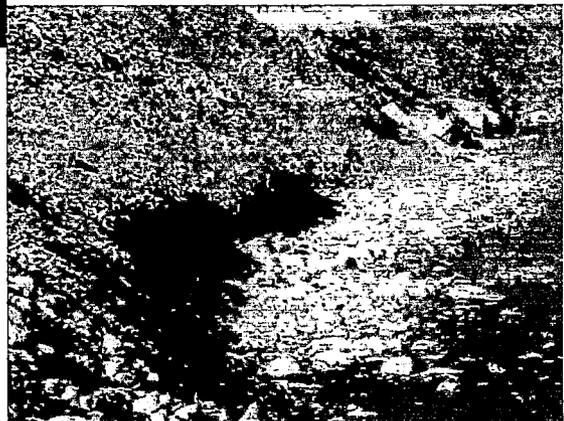
FOTO N°11

SECCIÓN TRANSVERSAL 5 430.150



Vista del sector II, comprendido entre el puente inca y el puente gambeta, se aprecia la extensa planicie de inundación.

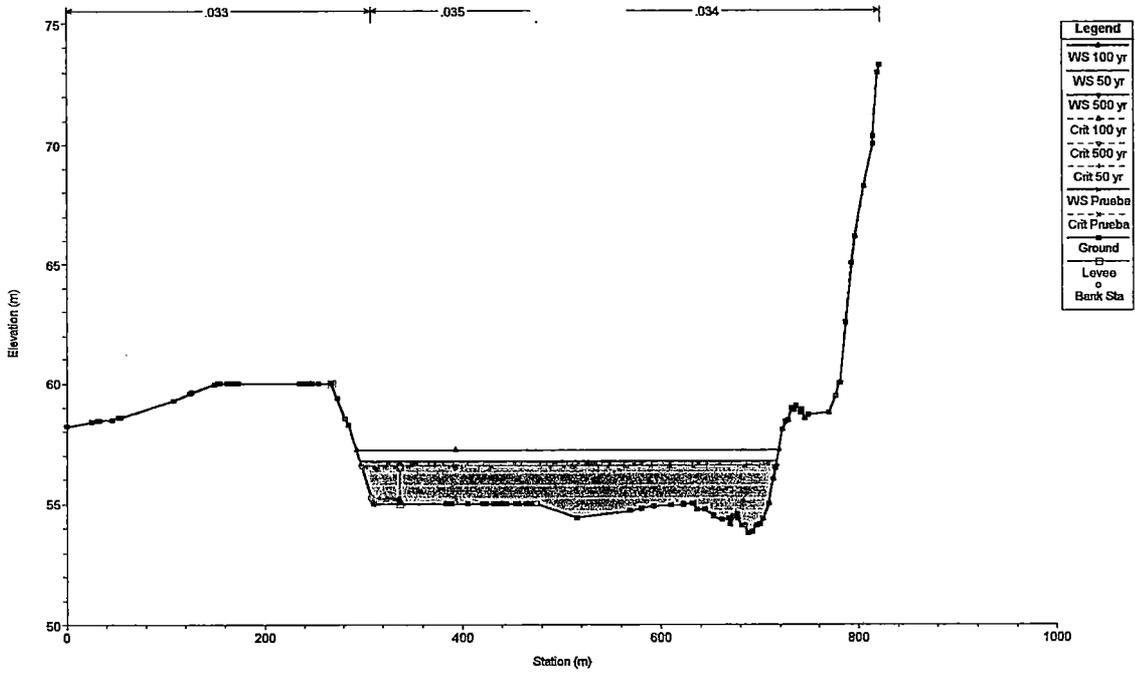
EROSIÓN DE PIE DE TALUD
SAN DIEGO



FUENTE: IMEFEN - CISMID

FOTO N°12

SECCIÓN TRANSVERSAL 5 379.434

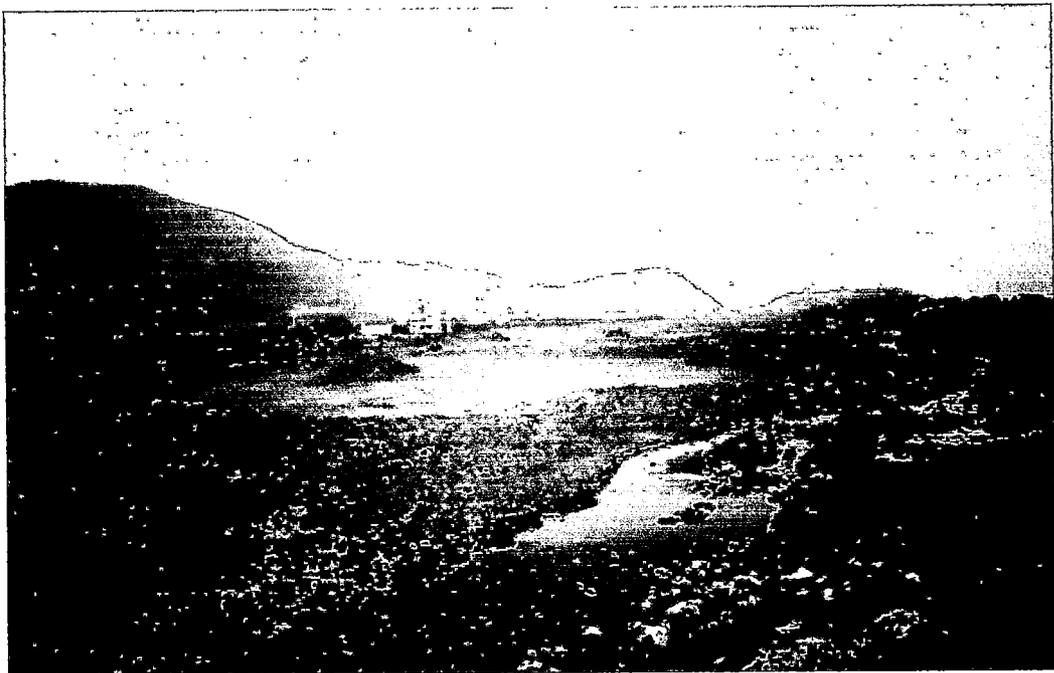
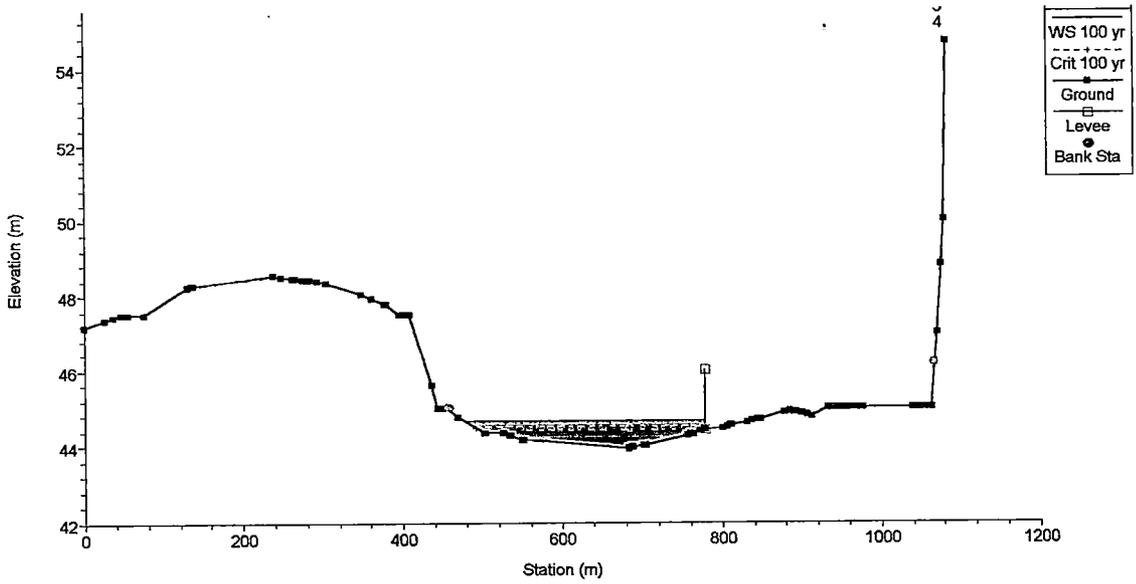


FUENTE: IMEFEN - CISMID

Se aprecia la extensa planicie de inundación que deja sin ocupar el río durante su época de estiaje.

FOTO N°13

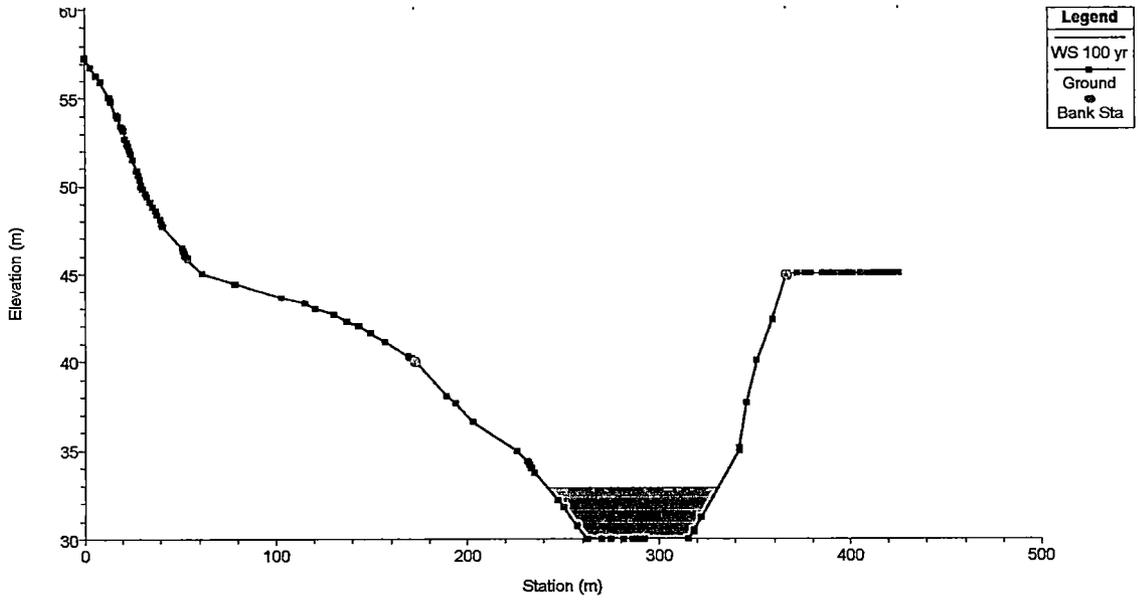
SECCIÓN TRANSVERSAL 4 458.554



EN ESTA ZONA EL RÍO SE ENCUENTRA PARCIALMENTE ENCAUSADO POR
DIQUES DE CONSTRUCCIÓN PRECARIA

FOTO N°14

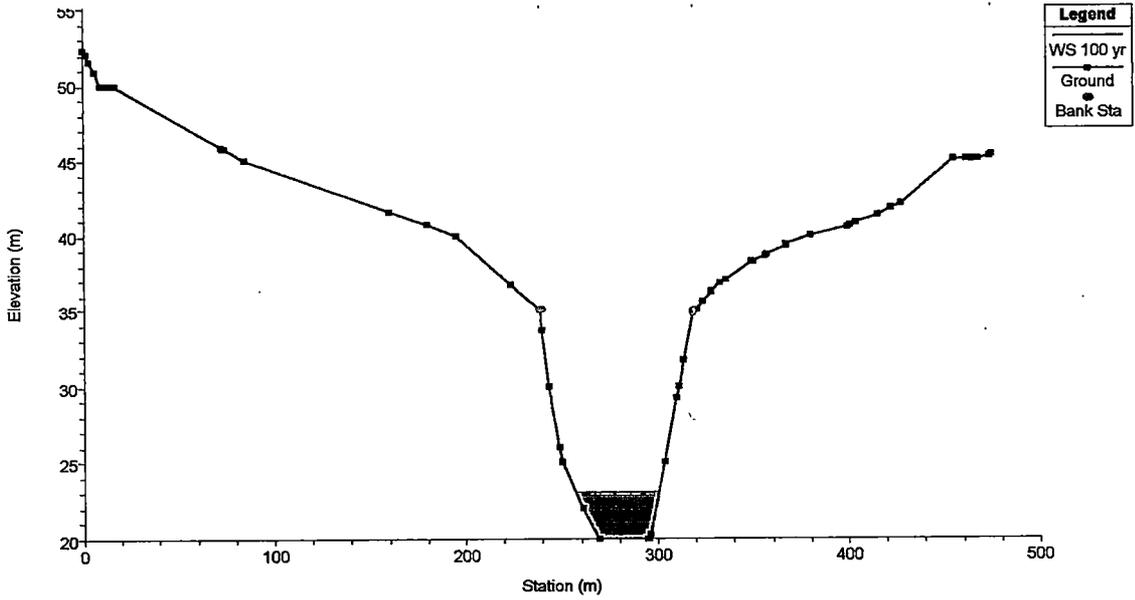
SECCIÓN TRANSVERSAL 3 176.269



EN ESTA ZONA EL RÍO SUFRE UN ENCAÑONAMIENTO NATURAL, ESTA LA ES LA PARTE MENOS ALTERADA DEL RÍO CHILLÓN

FOTO N°15

SECCIÓN TRANSVERSAL 2 007.452

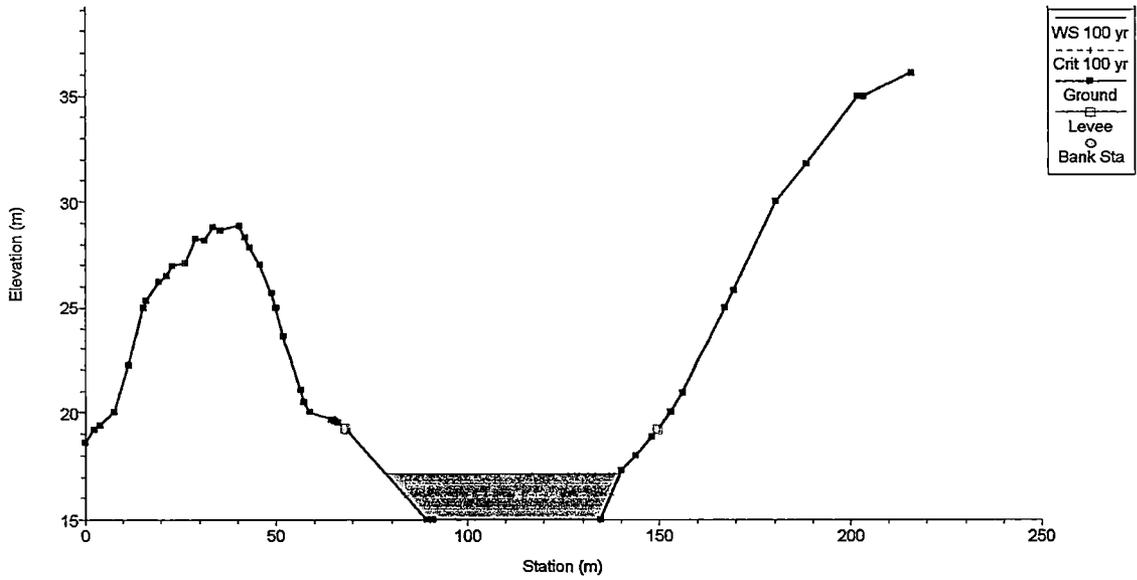


FUENTE: IMEFEN - CISMID

Tramo encañonado del Río Chillón, en este sector las alteraciones fluviales son mínimas, existiendo vegetación ribereña y pequeñas parcelas.

FOTO N°16

SECCIÓN TRANSVERSAL 1 360.353

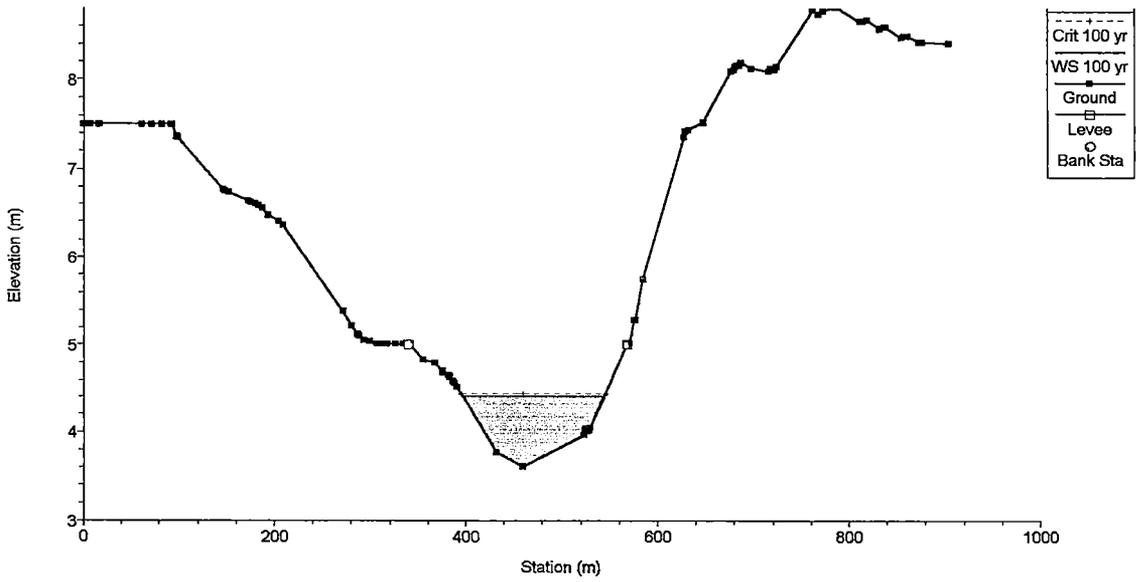


FUENTE: IMEFEN - CISMID

La contaminación ambiental por residuos sólidos es un problema que agrava la conservación de un hábitat natural como es el Río Chillón.

FOTO N°17

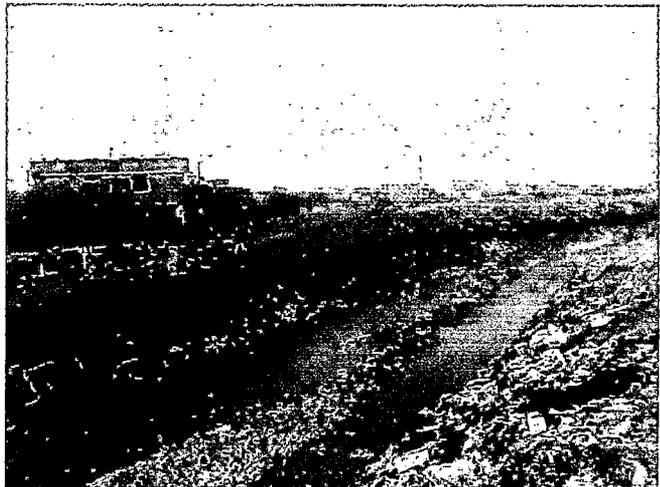
SECCIÓN TRANSVERSAL 409.168



FUENTE: IMEFEN - CISMID

Vista de las defensas ribereñas construidas en el sector III, comprendido entre el Puente Gambeta - Desembocadura.

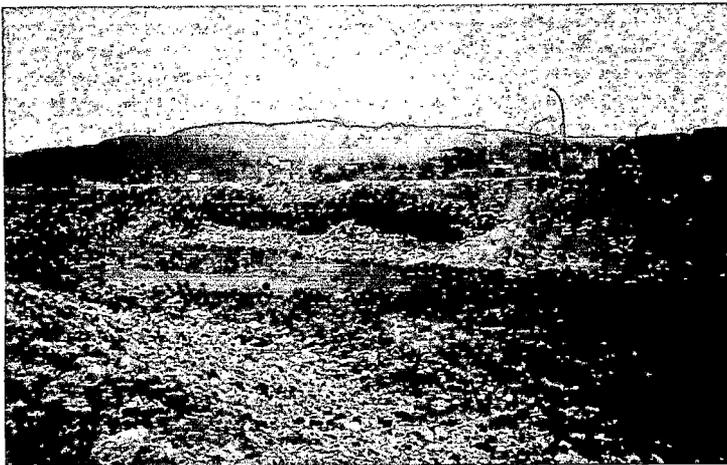
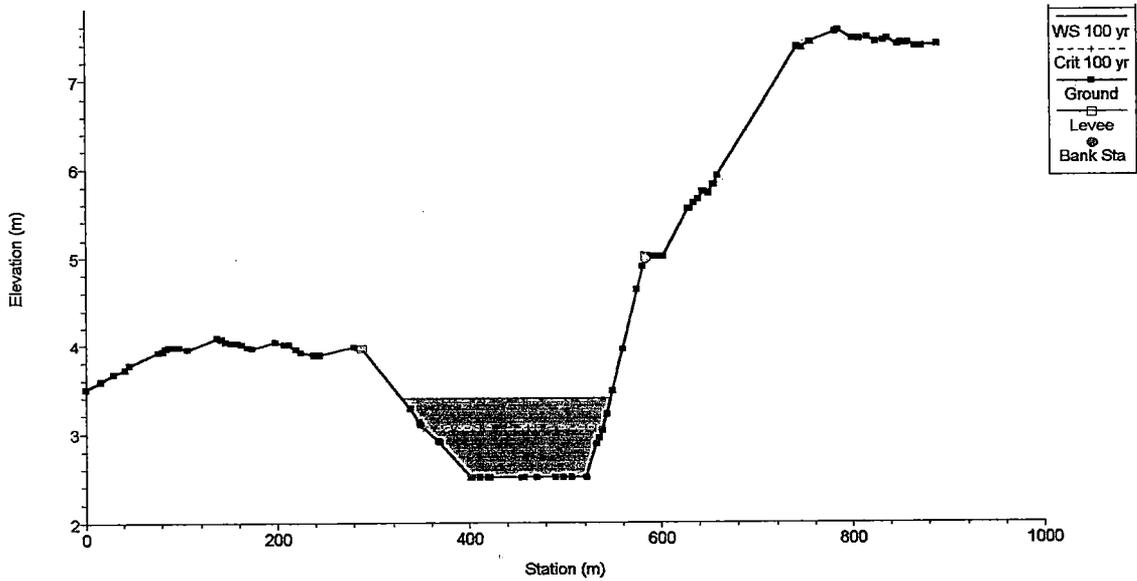
Obsérvese las condiciones en que se encuentran las Defensas Ribereñas en este sector.



FUENTE: IMEFEN - CISMID

FOTO N°18

SECCIÓN TRANSVERSAL 307.635



Zona protegida, por defensas ribereñas construidas con gaviones.

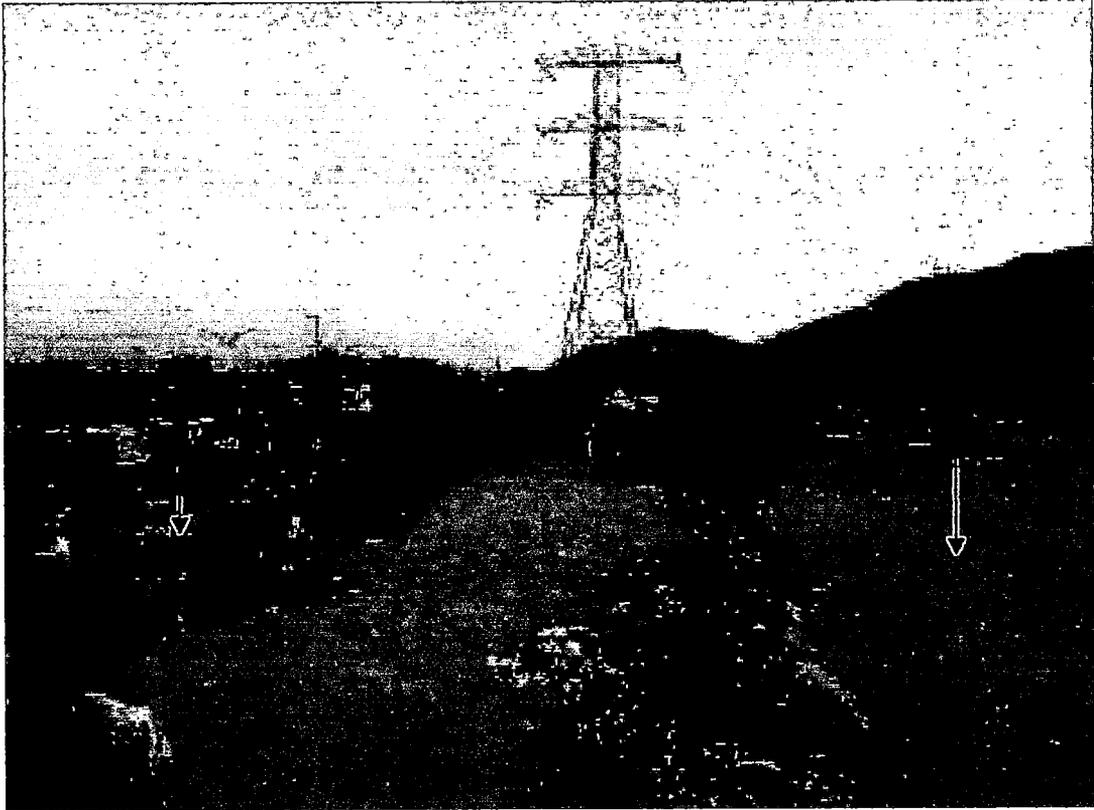
FUENTE: IMEFEN - CISMID

Secciones ubicadas en el sector III, la contaminación por residuos sólidos afecta la calidad del agua del Río Chillón y no permite el crecimiento de especies naturales.

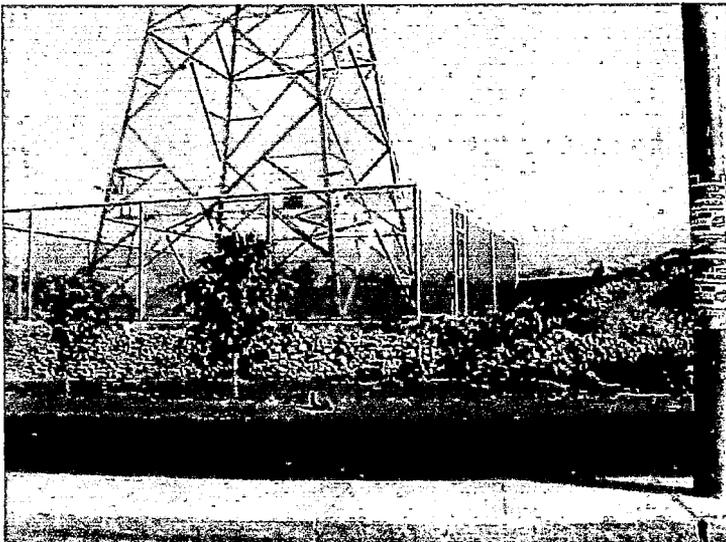


FOTO N°19

INUNDACIÓN OCURRIDA EN MARZO DEL 2001



FUENTE: IMEFEN - CISMID

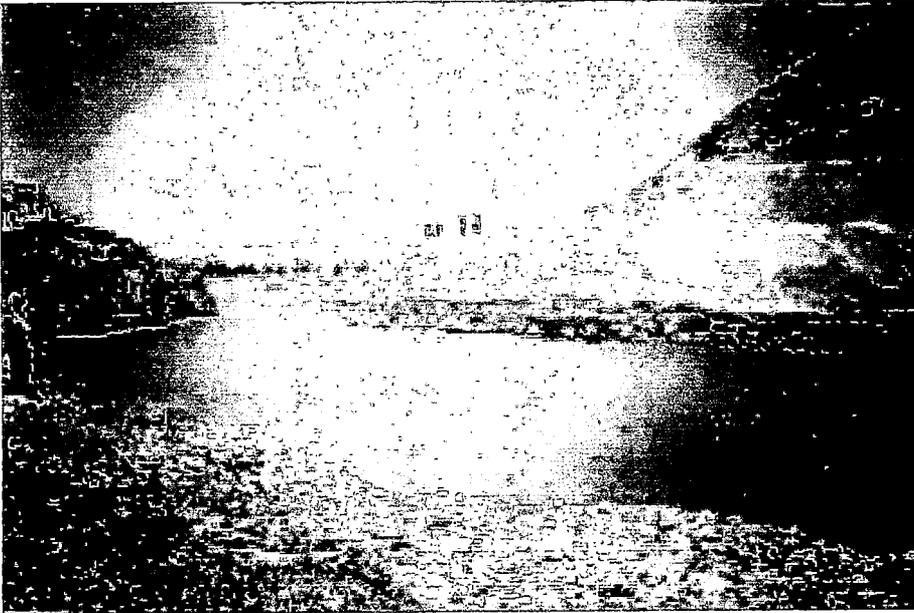


FUENTE: IMEFEN - CISMID

Arriba: Vista tomada el día de la inundación, se observa claramente el desnivel entre el cauce del río y la zona urbana.

Abajo: Vista tomada un año después, se observa que las condiciones de unión entre dique y torre siguen siendo las mismas que produjeron la ruptura de dique.

FOTO N°20



Estrechamiento natural
del cauce principal del
Río Chillón - Puente
Inca.

Marzo - 2001

FUENTE: IMEFEN - CISMID

Principal área
afectada por la
inundación.

Zona adyacente a
la vista anterior
ubicada en la
margen izquierda
del Río Chillón.

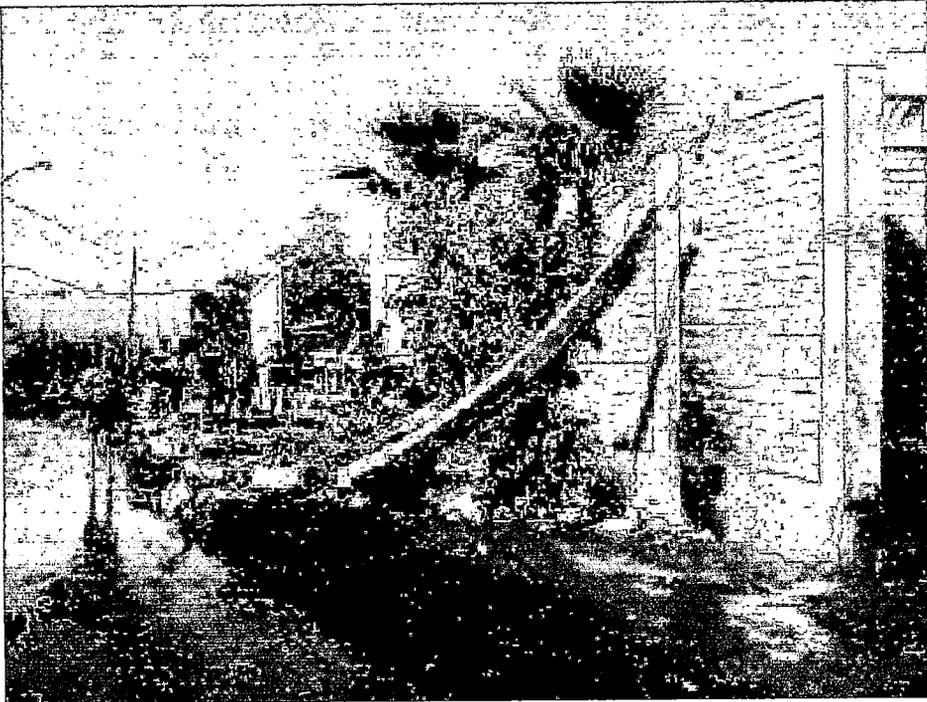
Marzo - 2001



FUENTE: IMEFEN - CISMID

FOTO N°21

INUNDACIÓN OCURRIDA EN MARZO DEL 2001



Falla del muro de un colegio debido al humedecimiento de la estructura.

FUENTE: IMEFEN - CISMID

Vista lateral de Centro Educativo afectado por la inundación ocurrida en San Diego, nótese la altura de marca de agua dejada en el muro.



FUENTE: IMEFEN - CISMID